

بررسی تأثیر استویا و صمغ گوار بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی ماست منجمد حاوی کنسانتره پرتقال

وهاب محمدزاده¹، ادريس آرژه^{2*}، داریوش معصومی¹، اصغر خسروشاهی اصل³

1- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

2- دکتری گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

3- استاد تمام گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

(تاریخ دریافت: 97/11/07 تاریخ پذیرش: 99/02/21)

چکیده

در این تحقیق از استویا و صمغ گوار، به ترتیب به عنوان جایگزین ساکارز و چربی در فرمولاسیون ماست منجمد رژیمی استفاده گردید. برای این منظور از طرح بلوک کاملاً تصادفی با سطوح جایگزینی 0-100 درصد برای استویا و 0، 0/25 و 0/5 درصد برای صمغ گوار بهره گرفته شد. برای بررسی تأثیر تیمارهای اعمال شده، خصوصیات فیزیکوشیمیایی ماست منجمد شامل اسیدیته، ویسکوزیته، حجم افزایشی (اورران)، سفتی، زمان ذوب اولین قطره و مقدار ذوب اندازه گیری گردید. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که ویسکوزیته با افزایش سطح جایگزینی استویا تا 100 درصد کاهش یافت، در حالی که حجم افزایشی با افزایش سطح جایگزینی ساکارز با استویا افزایش یافت. همه سطوح جایگزینی استویا و گوار منجر به افزایش معنی دار سفتی شدند. همچنین، با افزایش غلظت استویا و صمغ گوار زمان ذوب اولین قطره و به طبع آن پایداری به ذوب نمونه‌ها افزایش پیدا کرد. نتایج به دست آمده نشان داد که شیرین کننده استویا جایگزین مناسبی برای شکر و صمغ گوار نیز جایگزین مناسبی برای چربی می‌باشند و نمونه‌های حاوی 100-75 درصد استویا و 0/5 درصد گوار به عنوان تیمار بهینه مشخص شدند.

کلید واژگان: ماست منجمد، استویا، صمغ گوار، خواص فیزیکوشیمیایی

* مسئول مکاتبات: e.arjeh@gmail.com

1- مقدمه

ماست منجمد یکی از فرآورده های لبنی است که از نظر فیزیکی و کیفیت ظاهری مشابه بستنی می باشد. ماست منجمد که به عنوان ماست بستنی شناخته می شود با طعم اسیدی ماست و اثر خنک کنندگی بستنی توصیف می شود [1]. ماست منجمد یک محصول لبنی تولیدشده با استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروکی است. فواید احتمالی ماست منجمد شامل بهبود سیستم ایمنی بدن توسط تخریب سلول های باکتریایی، هضم لاکتوز، تنظیم فلور روده و کاهش محصولات نهایی سرطان زا می باشد [2]. بستنی معمولی حاوی 10-16 درصد چربی و 15 درصد ساکارز می باشد، تحقیقات نشان داده چربی و ساکارز بالا باعث ایجاد بیماری هایی از قبیل چاقی، ناراحتی قلبی، دیابت، فشارخون بالا و بسیاری از سرطان ها می شود [3 و 4]. از طرف دیگر چربی و ساکارز موجب تولید کالری بالایی می شوند. از آنجایی که مشکلاتی در سلامت مصرف کنندگان با دریافت کالری بالا ایجاد می گردد، امروزه تقاضا برای استفاده از محصولات کم کالری با چربی و ساکارز کاهش یافته افزایش یافته است. چربی که عمدتاً از چربی شیر، کره و خامه تأمین می شود تولیدکننده کالری، مسئول ایجاد بافت خامه ای، پایدارکننده کف، پایین آورنده مقدار ذوب بستنی، ایجادکننده پوشش دهانی مناسب¹، تقویت کننده طعم و نرمی بافت است. محصولات با چربی کمتر با مشکل کاهش کیفیت مربوط به طعم و ساختار روبه رو هستند [4]. ساکارز نیز با تنظیم ماده جامد، مقدار یخ و سفتی بستنی را تعیین می کند و باعث ایجاد شیرینی و تولید کالری می شود [1]. با کاهش و یا حذف این دو جزء آسیب جدی به بافت، خصوصیات رئولوژیکی و طعم محصول وارد می شود که باید از جایگزین های مناسب چربی و ساکارز جهت رفع این مشکلات استفاده کرد.

امروزه، تلاش فراوانی برای استفاده از محصولات طبیعی در مواد غذایی می شود. یکی از این محصولات که بیشتر مورد توجه قرار گرفته است گیاهی به نام استویا ربودیانا² می باشد که به گیاه برگ عسلی نیز معروف می باشد. وجود ساکارز و مالتوز به عنوان قندهای اصلی در آن گزارش شده است [5]. این گیاه دارای برگ های شیرین است که منبعی از چند گلیکوزید دی

1. Mouth coating
2. Stevia Rebaudiana
3. Rabaudioidside A

ترپنی با مزه شیرین می باشد که تحت عنوان گلیکوزیدهای استویول شناخته می شوند، ربودیوزید³ یکی از گلیکوزیدهای استویا است که 300-400 برابر شیرین تر از ساکارز است [6] و نقش مهمی در کیفیت گلیکوزیدهای استویا دارد و در مقایسه با شیرین کننده هایی مانند ساخارین و آسه سولفام در دهان تلخی ایجاد نمی کند [7 و 8].

صمغ گوار در آندوسپرم دانه های گیاه گوار پلی ساکارید گالاکتومانانی وجود دارد که از واحدهای پشت سر هم مانوز تشکیل شده و این واحد به صورت یک در میان به یک مولکول گالاکتوز متصل هستند [9]. کاربرد گسترده صمغ گوار در صنایع غذایی، به علت پخش و هیدراته شدن سریع آن در آب سرد و گرم، همچنین، استفاده از آن جهت رسیدن به غلظت های مناسب و افزایش قدرت جذب در محصولات می باشد. صمغ گوار از گسترده ترین پلی ساکاریدهاست که خواص رئولوژیکی آن، این صمغ را قادر می سازد که منجر به ایجاد کیفیت حسی خوب از جمله احساس دهانی و انتشار عطر و طعم در بستنی گردد [10]. از نظر ساختمانی، صمغ گوار خنثی بوده و ویسکوزیته ایجاد شده توسط آن به میزان کمی تحت تاثیر تغییرات pH محیط قرار می گیرد و حتی در مقادیر کم، قادر به افزایش زیاد ویسکوزیته می باشد. همچنین، صمغ گوار در برابر انجماد و خروج از انجماد مقاوم بوده و مهمتر از آن ارزان قیمت می باشد [11]. در همین راستا و با توجه به اینکه پژوهش ها در زمینه استفاده از استویا و صمغ گوار در ماست منجمد محدود بوده است، هدف از پژوهش حاضر بررسی امکان استفاده توأم استویا و صمغ گوار به عنوان جایگزین بخشی از ساکارز و چربی (به ترتیب) در ماست منجمد رژیمی و یافتن سطوح مناسب برای کاربرد آنها می باشد.

2- مواد و روش ها**1-2- مواد مورد نیاز**

مواد اولیه ای که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت شامل شیر (1/5 درصد چربی، ماده خشک 9 درصد، شرکت پگاه)، شیر خشک پس چرخ (0/01 درصد، ماده خشک 97 درصد، شرکت پگاه)، خامه ی استربل و هموزنیزه (30 درصد چربی، پگاه ارومیه)، آغازگرهای میکروبی (استارتر ماست،

$100 \times (\text{وزن نمونه} / (0/009 \times \text{حجم سود مصرفی})) = \text{اسیدیته کل}$

2-3-3- اورران

افزایش حجم به روش وزنی با مقایسه حجم مشخصی از مخلوط بستنی قبل از انجماد (m_1) و بعد از انجماد (m_2) و محاسبه درصد اختلاف آنها توسط رابطه زیر به دست آمد [12].

$$100 \times ((m_1 - m_2) / m_2) = \text{اورران} (\%)$$

2-4-3-2- سفتی

جهت تعیین سفتی نمونه‌ها با قطر 50 میلی متر و ارتفاع 26 ± 1 میلی متر، بعد از طی مرحله سفت شدن از دستگاه آنالیز بافت (Santam-STM -20) با پروب استوانه‌ای 5 میلی متر، سرعت نفوذ 2 میلی متر بر ثانیه و مقدار نفوذ 10 میلی متر استفاده شد [13].

2-5-3-2- ویسکوزیته

ویسکوزیته نمونه‌ها توسط ویسکومتر چرخشی بروکفیلد مدل DV-II +Pro ساخت کشور آمریکا در دمای 6 درجه سلسیوس که به کمک مخلوط آب و یخ ثابت نگه داشته می‌شد، به مدت 20 ثانیه روی مخلوط بستنی با حجم 500 میلی لیتر با اسپیندل شماره 64 و سرعت 30 RPM انجام گرفت [14].

2-6-3-2- مقدار ذوب

نمونه مورد نظر به مقدار 30 گرم در دمای 25 درجه سلسیوس روی یک صفحه فلزی مشبک در دهانه ارلن مایر قرار داده شد و وزن مقدار بستنی ذوب شده بر حسب درصدی از نمونه اولیه بعد از گذشت 30 دقیقه اندازه گیری شد [12 و 15].

2-7-3-2- زمان ذوب اولین قطره

نمونه آماده شده به مقدار 30 گرم در دمای 25 درجه سلسیوس در داخل انکوباتور قرار داده شد و زمان اولین قطره ذوب شده یادداشت گردید [12].

2-8-3-2- تجزیه و تحلیل آماری

جهت بررسی اثر استویا و صمغ گوار بر متغیرهای وابسته (pH، اسیدیته، ویسکوزیته، اورران، سفتی، زمان اولین قطره ذوب و مقدار ذوب) از طرح بلوک کاملاً تصادفی استفاده گردید که دو فاکتور در سه تکرار تجزیه و تحلیل شد. فاکتور اول مقدار صمغ گوار در سه سطح 0، 0/25 و 0/5 درصد و فاکتور دوم نسبت استویا : شکر در 5 سطح (0:100، 25:75،

YC- X11,DVS، کریستین هانسن دانمارک)، کنسانتره‌ی پرتقال (غلظت 60%، تهیه شده از شرکت تجارت نیک پارسیان، ارومیه)، صمغ گوار و CMC (سیگما آلد ریچ، آمریکا) به عنوان استابیلایزر و قند رژیمی استویا (ربودیوزید آ با خلوص 97 درصد، شرکت تکفا) بود.

2-2- آماده سازی ماست منجمد

ماست منجمد به روشی کاملاً مشابه بستنی تهیه می‌شود و به استثناء ماست، بقیه‌ی اجزای سازنده‌ی آن با هم مشابه هستند. اجزای مورد نیاز برای تهیه‌ی بستنی بر اساس روش جبری محاسبه شدند. به طوری که مخلوط نهایی حاوی 15 درصد شکر و 0/3 درصد پایدارکننده بود.

50 درصد از کل شیر محاسبه شده، برای تهیه‌ی ماست استفاده گردید. در پژوهش اخیر، ابتدا ماست با 12 درصد ماده جامد و pH 4/8 تهیه شد. پس از تهیه ماست، مخلوهای غیرشیری، شامل ربودیوزید آ در سطوح مختلف (0-100%؛ جایگزین 15 درصد شکر موجود در نمونه شاهد)، صمغ گوار در سطوح مختلف (0-0/5%)، خامه و استابیلایزر به ترتیب به میزان 2/5 و 0/3 درصد و کنسانتره پرتقال به میزان 0/2 درصد تهیه و در حرارت 72 درجه سلسیوس و به مدت 10 دقیقه، پاستوریزه شدند.

سپس مخلوط پاستوریزه تا دمای حدود 5 درجه سرد شده و به ماست اضافه گردید و جهت طی شدن دوره رساندن، مخلوط به مدت 18 ساعت در دمای 4 درجه سلسیوس نگهداری شد. در نهایت جهت تهیه ماست منجمد، فرایند انجماد در دستگاه بستنی‌ساز خانگی صورت گرفت.

2-3-2- آزمون‌ها

2-1-3-2- pH

اندازه گیری pH آمیخته ماست منجمد در دمای 25 درجه سلسیوس با استفاده از pH متر دیجیتال (جن وی، مدل 3330، انگلستان) انجام شد. اندازه گیری pH نمونه‌ها بعد از طی مرحله رساندن آمیخته صورت گرفت.

2-2-3-2- اسیدیته

به منظور اندازه‌گیری اسیدیته (بر حسب درجه دورنیک) از سود N/9 نرمال استفاده شد. از فنل فتالین نیز بعنوان شناساگر استفاده گردید. با قرار دادن حجم مصرفی در رابطه زیر میزان اسیدیته نمونه‌ها به دست آمد.

تحقیق مقدار ماده خشک بدون چربی شیر در نمونه‌های مختلف تفاوت نداشت، pH تمام نمونه‌ها در محدوده تقریباً یکسانی قرار داشت.

با افزودن صمغ گوار اسیدیته نمونه‌ها نسبت به نمونه کنترل به طور معنی‌داری افزایش یافت که دلیل این امر را می‌توان به پدیده بیش اسید سازی (اسیدی کردن ثانویه) نسبت داد [16]. زیرا در نمونه‌های صمغ گوار، ویسکوزیته محصول بیشتر بوده و بنابراین قسمت‌های مرکزی دیرتر سرد شده و امکان فعالیت آغازگرهای میکروبی ماست و به تبع آن تولید اسید لاکتیک و کاهش pH در مرحله رساندن همچنان وجود داشته است [16].

50:50، 25:75 و 0:100) بود. تجزیه و تحلیل نتایج با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 انجام شد.

3- نتایج بحث

3-1- اسیدیته و pH

نتایج اندازه‌گیری اسیدیته و pH در جدول 1 نشان داده شده است همانطور که مشاهده می‌شود محدوده pH بین 5/55-5/35 و اسیدیته بین 81-59 درجه دورنیک متغیر بوده است. صمغ گوار و استویا در هیچ یک از سطوح تاثیر معنی داری بر pH و اسیدیته نداشتند ($P>0.05$). مقدار ماده خشک بدون چربی شیر تعیین‌کننده pH آمیخته می‌باشد. چون در این

Table 1 Effect of guar gum and stevia on physicochemical properties of frozen yoghurt

Treatments	Guar (%)	Stevia (%)	Acidity (%)	Overrun (%)	pH
1	0.00	100	63.66±1.06 ^{ef}	50.00±0.86 ^{cdet}	5.54±0.05 ^{ab}
2	0.00	75	64.00±2.41 ^{ef}	55.66±1.22 ^{bc}	5.53±0.09 ^{ab}
3	0.00	50	64.33 ^{ef}	46.00±0.43 ^{ef}	5.55±0.02 ^a
4	0.00	25	59.33±0.73 ^f	35.00±3.36 ^{gh}	5.54±0.01 ^{ab}
5	0.00	0	62.33±2.76 ^f	31.00±2.02 ^h	5.58±0.03 ^a
6	0.25	100	75.00±3.66 ^{abc}	53.00±1.53 ^{bcd}	5.44±0.06 ^{cd}
7	0.25	75	71.00±3.78 ^{cd}	65.66±1.62 ^a	5.46±0.01 ^c
8	0.25	50	72.66±2.16 ^{bcd}	58.33±2.51 ^b	5.47±0.02 ^c
9	0.25	25	71.00±3.11 ^{cd}	52.00±1.17 ^{bcd}	5.49±0.04 ^{bc}
10	0.25	0	66.33±1.06 ^{de}	38.33±1.45 ^g	5.55±0.01 ^a
11	0.50	100	80.66±2.30 ^a	49.66±2.37 ^{cd}	5.35±0.07 ^e
12	0.50	75	81.00±1.01 ^a	55.66±0.96 ^{bc}	5.36±0.01 ^e
13	0.50	50	79.00±3.94 ^{ab}	50.00±2.29 ^{cd}	5.37±0.04 ^e
14	0.50	25	70.66±1.27 ^{cd}	48.33±1.69 ^{def}	5.39±0.01 ^{de}
15	0.50	0	74.00±3.25 ^{bc}	45.00±0.61 ^f	5.40±0.07 ^{de}

Different lowercase superscript letters in the same column indicate significant differences ($p>0.05$) among treatments.

که در نهایت باعث اختلاط هوا با مخلوط گشته و اورران بیشتر می‌شود [12]. ولی در 100 درصد جایگزینی استویا اورران کمتر از سطح جایگزینی 75 درصد بود، کاهش بیش از حد ماده خشک و جایگزین شدن آب در مرحله انجماد باعث کاهش اورران در سطح 0 درصد ساکارز شد. نتایج به دست آمده در این پژوهش با گزارش ارائه شده توسط علیزاده و همکاران (2014) و پون و همکاران (2015) مطابقت داشت [15] و [19]. افزودن صمغ گوار تا 0/25 سبب افزایش حجم افزایی گردید اما در سطح 0/5 درصد صمغ گوار حجم افزایی اورران کاهش پیدا کرد. در تفسیر نتایج به دست آمده باید گفت ویسکوزیته و حجم افزایی به نوعی با هم مرتبط بوده و تغییر در غلظت پایدار کننده و به دنبال آن تغییر در ویسکوزیته، سبب تغییر در میزان حجم‌افزایی نیز می‌شود

3-2- حجم افزایی (اورران)

اورران بر پایداری کف، سفتی بافت و خصوصیات حسی ماست منجمد تأثیر می‌گذارد. همچنین، از رشد کریستال‌های یخ در حین انجماد می‌کاهد، مقدار ذوب را کاهش داده و پایداری کف را طی نگهداری افزایش می‌دهد [17]. اورران تیمارهای مختلف از 31 تا 65 درصد متغیر بود (جدول 1) که تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها را نشان می‌دهد ($P<0.05$). با افزایش مقدار جایگزینی ساکاروز با استویا تا 75 درصد حجم نمونه‌های ماست منجمد افزایش پیدا کرد. احتمالاً دلیل این افزایش حجم، کاهش مقدار ویسکوزیته است [18]. چون در صورت کم شدن مقدار ساکارز ویسکوزیته نیز کاهش می‌یابد و در اثر کاهش ویسکوزیته همزدن سریع شده و ساختمان ژلی و خوشه‌های گلبول‌های چربی پاره و از هم گسیخته می‌شوند

[20]. افزایش حجم افزایشی در حضور ترکیبات هیدروکلوئیدی را می‌توان به افزایش ویسکوزیته نسبت داد که سبب به دام انداختن حباب‌های هوا شده و باعث می‌شود سلول‌های هوا بهتر در بافت محصول باقی بمانند. حجم افزایشی در دسرهای منجمد، مستقیماً مربوط به هوای وارد شده به آن‌ها در طی تولید می‌باشد و به لحاظ تأثیری که بر کیفیت دارد، از اهمیت خاصی در این محصولات برخوردار است.

3-3- سفتی

براساس نتایج به دست آمده، همان گونه که در جدول 2 قابل مشاهده است. تأثیر استویا و صمغ گوار بر سفتی نمونه‌های ماست منجمد معنی‌دار بود ($P < 0.05$). به طوری که هر چه میزان استویا افزایش پیدا می‌کرد، میزان سفتی نمونه‌ها نیز افزایش پیدا می‌نمود و نمونه‌های حاوی 100 درصد استویا دارای بیشترین میزان سفتی و نمونه‌های حاوی 0 درصد استویا دارای کمترین میزان سفتی بودند. سفتی بستنی مقاومت آن در برابر تغییر شکل توسط نیروی خارجی تعریف می‌شود و توسط فاکتورهای مانند اورران، سایز کریستال یخ و حجم فاز یخی تحت تأثیر قرار می‌گیرد [21]. دلیل افزایش سفتی بافت با افزایش سطح جایگزینی استویا از صفر تا 100 درصد، کاهش ماده خشک به دلیل پایین آمدن مقدار ساکارز در فرمولاسیون ماست منجمد بود که آب جایگزین ساکارز در مخلوط گشته و در حین انجماد در اثر افت دمای نقطه انجماد حجم فاز یخی افزایش یافت. همچنین، ساکارز با افزایش ویسکوزیته آمیخته و با محدود کردن انتقال جرم از مهاجرت مولکول‌های آب به سطح کریستال‌های یخ جلوگیری کرده و سرعت رشد کریستال‌های یخ کاهش می‌یابد که در اثر کاهش مقدار ساکارز با افزایش سطح جایگزینی استویا کریستال‌های یخ بیشتری در حین انجماد رشد کرده و سفتی بافت افزایش می‌یابد [14]. در تحقیق صورت گرفته توسط گیری و همکاران در سال 2012 نتیجه مشابهی مشاهده گردید. کمترین مقدار سفتی برای نمونه شاهد که حاوی 100 درصد ساکارز بود به دست آمد. ولی در نمونه‌های حاوی استویا به عنوان جایگزین ساکارز سفتی بیشتر شد. که دلیل این افزایش را کاهش ماده خشک بستنی‌های تیمار شده با استویا اعلام کردند. عباسی و سعیدآبادیان (2015) نیز افزایش سفتی بافت بستنی با کاهش مقدار ساکارز در فرمولاسیون را افزایش حجم فاز یخی گزارش کردند. همچنین با افزایش میزان صمغ از سفتی نمونه‌های ماست منجمد کاسته شد و بیشترین سفتی مربوط به

نمونه‌هایی بود که فاقد صمغ گوار بودند. سفتی بافت بستنی می‌تواند به عنوان شاخصی در اندازه‌گیری رشد کریستال‌های یخ در نظر گرفته شود [22] و هرچه مقدار آن کمتر باشد نشان دهنده رشد کمتر کریستال یخ است. هیدروکلوئیدها با افزایش ویسکوزیته و خاصیت ژلی می‌توانند رشد کریستال یخ را کنترل نمایند. زیرا هیدروکلوئیدها به دلیل توانایی در کنترل نفوذ آب به درون کریستال‌های یخ توسط مقاومت استری و نگه داشتن آب، به عنوان مواد محافظ سرما عمل می‌کنند [22] و [23].

3-4- ویسکوزیته

آگاهی از مقادیر ویسکوزیته علاوه بر کمک به تعیین مناسب‌ترین فرمولاسیون، در انتخاب پمپ مناسب جهت انتقال و طراحی تجهیزات مورد نیاز حائز اهمیت می‌باشد [20]. با افزایش سطح جایگزینی ساکارز با استویا، ویسکوزیته آمیخته بستنی کاهش یافت و کمترین مقدار ویسکوزیته در جایگزینی کامل با استویا مشاهده شد (جدول 2). مقدار استویای جایگزین شده در فرمولاسیون ماست منجمد شیرینی معادل 15 درصد ساکارز را در محصول ایجاد می‌کند و از آنجایی که استویا 300 برابر شیرین تر از ساکارز است، مقدار کمتری استویا در فرمولاسیون به کار برده شد که باعث کاهش مقدار ماده خشک و در نهایت کاهش ویسکوزیته آمیخته ماست منجمد گردید. مطابق با این یافته‌ها، گوگیسبرگ و همکاران (2011) و علیزاده و همکاران (2014) نیز گزارش کردند با افزایش جایگزینی ساکارز با استویا به ترتیب ویسکوزیته ظاهری در ماست قالبی کم چرب و بستنی کاهش می‌یابد [19] و [24]. همچنین با افزایش میزان صمغ گوار میزان ویسکوزیته نمونه‌های ماست منجمد افزایش پیدا کرد و کمترین ویسکوزیته مربوط به نمونه حاوی 0 درصد گوار و 100 درصد استویا و بیشترین ویسکوزیته مربوط به نمونه حاوی 0/5 درصد گوار و 0 درصد استویا بود (جدول 2). بولیگر و همکاران (2000) در بررسی اثر صمغ گوار بر خواص کیفی بستنی گزارش کردند که افزودن این صمغ باعث افزایش ویسکوزیته آمیخته بستنی گردید. آنها دلیل افزایش ویسکوزیته را کم شدن مقدار آب در دسترس و محبوس شدن آن در آمیخته دانسته‌اند. در ماست منجمد رژیمی که به دلیل کاهش مقدار ماده خشک و چربی ویسکوزیته کاهش یافته است افزودن صمغ گوار می‌تواند کاهش ویسکوزیته را جبران کند.

Table 2 Effect of guar gum and stevia on viscosity and firmness of frozen yoghurt.

Treatments	Guar (%)	Stevia (%)	Viscosity (m.Pa.s)	Firmness (N)
1	0.00	100	776.3±52.7 ^k	5.25±0.27 ^a
2	0.00	75	864.9±69.6 ^{jk}	3.23±0.16 ^b
3	0.00	50	1047.7±91.2 ^{ijk}	2.93±41 ^{bc}
4	0.00	25	1511.7±103.8 ^{ji}	1.33±0.11 ^e
5	0.00	0	1670.00±53.41 ⁱ	0.93±0.19 ^{efg}
6	0.25	100	4463.3±186.7 ^h	2.55±0.27 ^c
7	0.25	75	6036.3±255.6 ^g	1.26±0.07 ^e
8	0.25	50	7783.3±182.6 ^f	0.96±0.08 ^{efg}
9	0.25	25	8672.0±431.6 ^e	0.54±0.04 ^{ghi}
10	0.25	0	10679.0±349.8 ^d	0.32±0.3 ^{hi}
11	0.50	100	9184.3±294.6 ^e	1.93±0.19 ^d
12	0.50	75	10906.0±572.6 ^d	1.16±0.13 ^{ef}
13	0.50	50	14562.5 ±357.6 ^c	0.69±0.02 ^{gh}
14	0.50	25	15966.3±632.5 ^b	0.26±0.02 ^{hi}
15	0.50	0	17383.7±592.2 ^a	0.18±0.03 ⁱ

Different lowercase superscript letters in the same column indicate significant differences among treatments.

درصد استویا و 0 درصد گوار دارای کمترین مقاومت به ذوب و بیشترین درجه ذوب شدن بودند و نمونه‌های حاوی 100 درصد استویا و 0/5 درصد گوار دارای بیشترین مقاومت به ذوب و کمترین ذوب شدن بودند. ذوب شدن بستنی شامل دو پدیده انتقال حرارت و انتقال جرم می‌باشد. بدین صورت که در طی ذوب شدن، حرارت محیط به آرامی از قسمت خارجی به قسمت داخلی بستنی نفوذ کرده و سبب ذوب کریستال‌های یخ می‌شود. آب حاصل از ذوب کریستال‌های یخ در فاز سرمی غیرمنجمد پخش شده و سپس مایع رقیق شده از ساختار کفی بستنی عبور کرده و در نهایت جریان می‌یابد [25]. مقدار ذوب بستنی تحت تأثیر عواملی چون میزان هوای ورودی به بستنی و همچنین شکل‌گیری گلبول‌های چربی در حین انجماد، شکل و رشد کریستال‌های یخ، ناپایداری چربی و سفتی بافت بستنی می‌باشد [21].

3-5- مقاومت به ذوب

بر اساس نتایج به دست آمده (نمودار 1)، تأثیر استویا و صمغ گوار بر مقاومت به ذوب نمونه‌های حاوی ماست منجمد معنی‌دار بود ($P < 0.05$). به طوری که نمونه‌های حاوی 0 درصد استویا کمترین مقاومت به ذوب را نشان داده و نمونه‌های حاوی 100 درصد استویا بالاترین مقاومت به ذوب را از خود نشان دادند. با افزایش جایگزینی استویا مقدار ذوب ماست منجمد کاهش یافت که دلیل آن پایین آمدن مقدار ماده خشک موجود در ماست منجمد به خاطر جایگزین شدن ساکارز با استویا بود. کاهش ماده خشک باعث افزایش اورران در ماست منجمد شد. هر چه افزایش حجم بیشتر باشد به دلیل نقش عایق بودن هوا گرما به کندی در داخل ماست منجمد نفوذ کرده و مقدار ذوب کاهش می‌یابد.

افزودن صمغ گوار در فرمولاسیون ماست منجمد باعث کاهش مقاومت به ذوب نمونه‌ها شد. به طوری که نمونه‌های حاوی 0

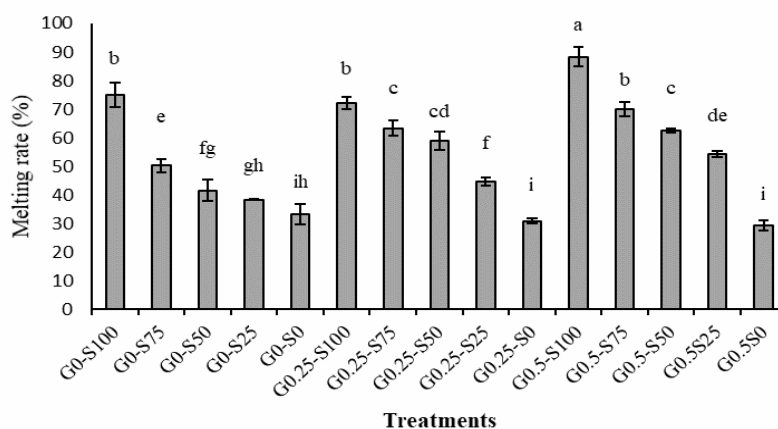


Fig 1 Effect of guar gum and stevia on melting rate of frozen yoghurt. For example, G0-S100 indicates the sample contains 0% of guar and 100% stevia replacement or G0.25-S25 indicate the sample contains 0.25% of guar and 25% stevia replacement.

3-6- زمان ذوب اولین قطره

زمان اولین قطره ذوب تیمارهای مختلف از 5 تا 25 دقیقه متغیر بود (نمودار 2) که این اختلاف نشان می‌دهد تاثیر استویا و صمغ گوار بر زمان ذوب اولین قطره نمونه‌های ماست منجمد معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.05$). با افزایش میزان استویا در نمونه‌های ماست منجمد زمان ذوب اولین قطره افزایش می‌یابد به طوری که، کمترین زمان ذوب اولین قطره مربوط به نمونه‌های حاوی 0 درصد استویا و بیشترین زمان ذوب اولین قطره مربوط به نمونه‌های حاوی 100 درصد استویا بود که دلیل آن کم شدن مقدار ساکارز در فرمولاسیون ماست منجمد بود. چون به دلیل کاهش ماده خشک به دلیل بالا بودن مقدار آب افت نقطه‌ی انجماد بیشتر شده و حجم فاز یخی افزایش می‌یابد که در اثر افزایش حجم فاز یخی سرعت رشد کریستال‌های یخ نیز بالا می‌رود و کریستال‌های یخ رشد کرده در بافت بستنی باعث افزایش میزان سفتی می‌شوند. سفتی بافت نیز با زمان ذوب اولین قطره رابطه مستقیم دارد. همچنین

با افزایش میزان صمغ گوار زمان ذوب اولین قطره‌ی نمونه‌ها افزایش پیدا کرده است و نمونه‌های حاوی 0/5 درصد صمغ گوار دارای بالاترین زمان ذوب اولین قطره می‌باشند. کاهش شدت ذوب محصول در اثر افزودن صمغ می‌تواند به این دلیل باشد که افزایش غلظت صمغ سبب افزایش ویسکوزیته فاز سرمی شده و بنابراین، زمان بیشتری برای آب لازم است تا در فاز سرم غلیظ پخش شود. مشخص شده است که حجم افزایی نیز از جمله عوامل تاثیر گذار بر خصوصیات ذوب شدن محصولات منجمد هواده‌ی شده می‌باشد. یافته‌های این تحقیق نیز حاکی آن بود که نمونه‌هایی که حجم افزایی بالاتری دارند با سرعت کمتری ذوب می‌شوند و زمان ذوب اولین قطره‌ی آن‌ها طولانی‌تر است. دلیل این امر به وجود مقادیر بیشتر هوا در این نمونه‌ها نسبت داده شده است. زیرا هوا به عنوان یک عایق حرارتی مناسب، سرعت انتقال حرارت و بنابراین سرعت ذوب را در نمونه‌ها کاهش می‌دهد [23].

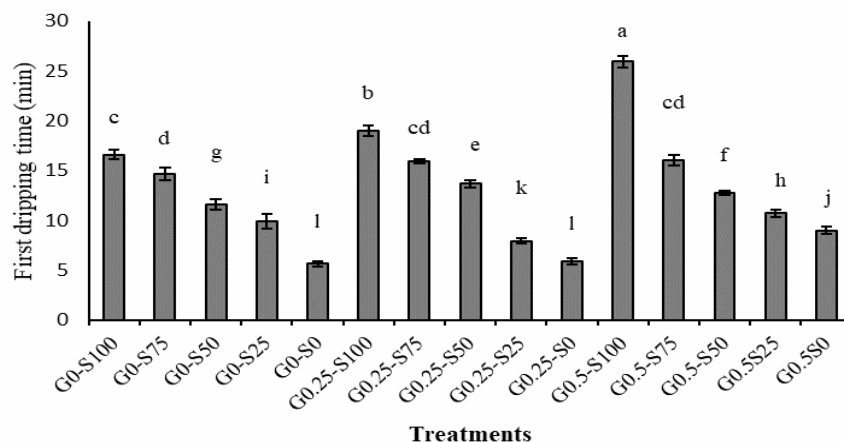


Fig 2 Effect of guar gum and stevia on first dripping time of frozen yoghurt.

4- نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش می‌توان چنین استنباط کرد که ماست بستنی تفاوت چندانی با بستنی ندارد. اما به دلیل وجود 50 درصد ماست در ترکیب خود و همچنین، وجود باکتری‌های اسیدلاکتیک از ارزش تغذیه‌ای به مراتب بیشتری نسبت به بستنی برخوردار می‌باشد. همچنین با افزایش سطح جایگزینی شیرین کننده طبیعی استویا به عنوان جایگزین شکر تا 100 درصد، ویسکوزیته و مقدار ذوب کاهش و

اورران، سفتی و زمان اولین قطره ذوب افزایش یافت. علاوه بر این، افزایش سطح صمغ گوار به عنوان جایگزین چربی سبب افزایش زمان ذوب اولین قطره و افزایش مقاومت به ذوب گردید. با نتایج به دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که شیرین کننده استویا جایگزین مناسبی برای شکر و صمغ گوار نیز جایگزین مناسبی برای چربی می‌باشد.

5- منابع

[1] Tamime AY., Robinson RK. 1999. Yogurt, science and technology. London: Wood head Publishing Limited.

- between sweeteners and stabilizers. Dairy Science, 80: 447-456.
- [15] Pon, S. Y., Lee, W. J., Chong, G. H. 2015. Textural and rheological properties of stevia ice cream. International Food Research Journal, 22 (4): 1544-1549.
- [16] Rezaei, R., Khomeiri, M. aelami. 2011. The effect of guar and Arabic gum on the physicochemical properties of frozen yogurt.
- [17] Tarega, A., Costell, E. 2006. Effect of inulin addition on rheological and sensory properties of fat-free starch-based dairy desserts. International Dairy Journal. 16(9): 1104-1112.
- [18] Amiri, Z. R., Ahmadi, M. E. 1393. The possibility of substitution of carboxymethyl cellulose and tragacanth gum on the physical and sensory properties of ice cream. Journal of Food Research. 24 (2): 279-290. [in Persian].
- [19] Alizadeh, M., Azizi-Lalabadi, M., 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.
- [20] Moeenfarid, M., Tehrani, M. 2008. Effect of Some stabilizers on the physicochemical and sensory properties of ice cream type frozen yogurt. American-Eurasian, Agric and Environment Science, 4: 584-589.
- [21] Muse, M., Hartel, R. 2004. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. Journal of Dairy Science, 87: 1-100.
- [22] BahramParvar, M., Razavi, S.M., and Mazaheri Tehrani, M. 2012. Optimizing the ice cream formulation using basil seed gum (*Ocimum basilicum* L.) as a novel stabiliser to deliver improved processing quality. International Journal of Food Science and Technology, 47: 2655-2661.
- [23] Hartel, R., Sofjan, I. 2004. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. Journal of Dairy Science Volume 87, Issue 1, Pages 1-10.
- [24] Guggisberg, D., Piccinali, P., Schreier, K. 2011. Effects of sugar substitution with Stevia, Actilight and Stevia combinations or Palatinose on rheological and sensory characteristics of low-fat and whole milk set yoghurt. International Dairy Journal, 21: 636-644.
- [25] Soukoulis, Ch., Chandrinos, I., and Tzia, C. 2008. Study of the functionality of selected hydrocolloids and their blends with k-carrageenan on storage quality of vanilla ice cream, LWT. Food Science and Technology 41: 1816-1827.
- [2] Marshal R, Arbuckle WS. Ice Cream, 2004. translator: Yadolah Tarkashvand, 1st ed. Tehran: Ata publication; [in Persian].
- [3] Maki, K., Davidson, M., Tsushima, R., Matsuo, N., Tokimitsu, I., Umporowicz, D., Dickeli, M., Foster, G., Ingram, K., Anderson, B., Frost, S., Bell, M. (2002). Consumption of diacylglycerol oil as part of a reduced-energy diet enhances loss of body weight and fat in comparison with consumption of a triacylglycerol control oil. American Society for Clinical Nutrition, 76: 1230-1236.
- [4] McGhee, Ch. E., Jones, J. O., Park, Y. W. 2015, Evaluation of textural and sensory characteristics of three types of low-fat goat milk ice cream. Small Ruminant Research, 123: 293-300.
- [5] Farahnoudi, F. 1377. Dairy Processing Handbook. Tehran. Publications Research and Education Tehran Jahad, 323-328. [in Persian].
- [6] Safdarzadeh, M., Askar, M. 1392. Stevia healthy Society-healthy life, Second National Conference on Food Science and Technology. Guchan. Iran. [in Persian].
- [7] Nabros, L. 2001. Alternative Sweeteners. 3rd ed. Marcel Dekker. United States of America.
- [8] Karimi, M., Hashemi, J., Ahmadi, A., Abbasi, A., Esfahani, M. 2014. Study on the bioactivity of steviol and isosteviol in stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Acta physiologiae Plantarum, 36: 3243-3248.
- [9] Kawamura, Y. 2008. Guar gum chemical and technical assessment. *Prepared for the 69th Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*.
- [10] Lo, C. G., Lee, K. D., Richter, R. L and Dill, C. W. 1996. Influence of guar gum on the distribution of some flavor compounds in acidified milk products. Journal of Dairy Science, 79:2081-2090.
- [11] Wang, Q.P.R., Ellis, S.B and Ross, M. 2000. The stability of guar gum in an aqueous system under acidic conditions. Food Hydrocolloids, 14: 129-134.
- [12] Marshall, R.T., Arbuckle, W.S. 1996. The science of Ice cream. 5th ed. Torkashvand, Y. Eta. Tehran. [in Persian].
- [13] Soukoulis, C., Rontogianni, E., and Tzia, C. 2010. Contribution of thermal, rheological and physical measurements to the determination of sensorially perceived quality of ice cream containing bulk sweeteners. Journal of Food Engineering, 100: 634-641.
- [14] Livney, T., Hartel, R. 1996. Ice Recrystallization in ice cream: interactions

The effect of stevia and guar gum on the physicochemical of frozen yogurt containing orange concentrate

Mohamadzadeh, V. ¹, Arjeh, E. ^{2*}, Masoumi, D. ¹, Khosrovshahi, A. ³

1. MSc. student in Food Technology, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia, Iran.
2. Ph.D. in Food Technology, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia, Iran.
3. Professor of Urmia University Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia, Iran

(Received: 2019/01/27 Accepted:2020/05/10)

In this study, stevia and guar were used as alternatives for sucrose and fat in frozen yogurt formulation, respectively. For this purpose, a completely randomized block design with 0-100% replacement levels for stevia and 0, 0.25 and 0.5 % for guar gum was used. To investigate the effect of applied treatments, the physicochemical properties of frozen yogurt including acidity, viscosity, overrun, firmness, first drop time of melting and amount of melting were measured. The results showed that the viscosity decreased by increasing the level of stevia as a replacement for sucrose, while, overrun increased with increasing levels of sucrose substitution with stevia. All levels of stevia and guar replacement resulted in a significant increase in firmness. Also, with increasing the concentration of stevia and guar gum, the first drop time and stability of the sample increased. The results showed that stevia and guar gum are good alternatives to sucrose and fat, respectively, and samples containing 75-100% stevia and 0.5% guar were identified as the optimal treatment.

Keywords: Frozen yogurt, Stevia, Guar gum, Physicochemical properties

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