تحقیقات مهندسی صنایع غذایی/جلد ۲۲/ شماره ۷۴/بهار و تابستان ۱۴۰۲ /ص ۱۴-۱

سایت مجله: https://fooder.areeo.ac.ir

نوع مقاله: علمی-پژوهشی

مقایسه تأثیر صمغ زدو با کربوکسی متیل سلولز و اینولین بر خواص کیفی، ویسکوزیته و حسی ماست منجمد میوه‌ای

شهین زمردی[1*]، سحر خیرخواه فقرا[2]، لیلا روزبه [3] و سارا جعفریان[3]

۱- دانشیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.

۲و ۳- به ترتیب: دانشجوی دکترا؛ و استادیارگروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نور، نور، ایران.

تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۸/۲۲ ؛ تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۱۰/۲

چکیده

ماست منجمد نوعی دسر لبنی است که ترکیبی از طعم ماست و بافت بستنی را دارد. پایدار کننده‌ها در این محصول با ترکیب شدن با بخشی از آب موجود در فرآورده از تشکیل کریستال‌های یخ جلوگیری می‌کنند. در این پژوهش، تأثیر افزودن صمغ‌های زدو در دو سطح ۰/۳ و ۰/٤ درصد، کربوکسی متیل سلولز (CMC) در سطح ۰/۱ درصد و اینولین به مقدار ٤ درصد، بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی ماست منجمد میوه‌ای حاوی شلیل بررسی شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که مقدار بریکس، رطوبت، دانسیته و ویسکوزیتهٔ تیمارهای حاوی صمغ‌های CMC و زدو در هر دو غلظت اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند. اما بیشترین مقدار رطوبت و کمترین مقدار دانسیته، بریکس و ویسکوزیته مربوط به نمونه‌های شاهد و کمترین مقدار رطوبت و بیشترین مقدار دانسیته، بریکس و ویسکوزیته مربوط به نمونه‌های حاوی اینولین است ($p\leq 0.05$). کمترین و بیشترین حجم‌افزایی به ترتیب مربوط به نمونه حاوی اینولین و نمونه حاوی ۰/٤ درصد صمغ زدو دیده شده است ($p\leq 0.05$). در نمونه‌های کنترل، زمان چکیدن اولین قطره به‌طور معنی‌داری کمتر بود تا در سایر تیمارها. اما بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. هیچ‌یک از تیمارها بر امتیاز ارزیابی رنگ، طعم و بافت نمونه‌ها تأثیر معنی‌داری ($p\leq 0.05$) نداشت. با توجه به نتایج این تحقیق استفاده از ۰/٤ درصد صمغ زدو در تهیه ماست بستنی میوه‌ای حاوی شلیل پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی

ماست بستنی، پایدار کننده‌ها، صمغ زدو، اینولین، CMC

مقدمه

ماست منجمد یکی از فرآورده‌های لبنی و از نظر فیزیکی و کیفیت ظاهری مشابه بستنی است. ویژگی منحصر به فرد آن دارا بودن مزه اسیدی و آروما‌ی ماست به همراه سردی بستنی است. از دلایلی که بستنی ماستی به عنوان دسر لبنی، مورد پسند مصرف‌کنندگان قرار گرفته است، وجود حالات مطلوب ماست و بستنی در کنار یکدیگر است. ماست

* نگارنده مسئول Email : s.zomorodi@areeo.ac.ir

http://doi:10.22092/FOODER.2023.352523.1289

© 2023,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

کالری پایین و خواص سلامت‌بخش دارد و در مقایسه با بستنی، به دلیل داشتن اسید لاکتیک، طعم آن اسیدی است. علاوه بر آن، ماست منجمد یکی از بهترین محصولات تأمین کننده آنزیم بتاگالاکتوزیداز است (Muzammil *et al.*, 2017). انتخاب بستنی ماستی به عنوان دسری مطلوب، به ویژه به‌منظور تغذیه در مدارس، در مقایسه با فرآوردهٔ یخی منجمد رایج (مخلوط منجمدی از شربت و مواد رنگی)، می‌تواند به ارتقای سلامت سبد مصرف‌کنندگان کمک کند. علاقه به مصرف ماست منجمد، به دلیل خواص تغذیه‌ای آن، در حال افزایش است (Pinto *et al.*, 2012). ظاهر مناسب و بافت غیر شنی دسرهای منجمد اهمیت بالایی دارد. استفادهٔ صحیح از پایدار کننده‌ها نقش مهمی در این زمینه دارد. ایجاد نرمی و لطافت در مخلوط و بافت محصول نهایی، کاهش رشد بلورها یا جلوگیری از رشد آنها، کاهش کریستالیزاسیون لاکتوز در زمان نگهداری و ایجاد محصولی با بافت یکنواخت و سرانجام، افزایش مقاومت به ذوب از جمله هدف‌های اصلی استفاده از پایدار کننده‌ها در فرآورده‌های لبنی منجمد هستند (Abdelazez *et al.*, 2017). در خصوص تولید ماست بستنی حاوی اینولین (Muzammil *et al.*, 2017)، جایگزین‌های چربی(Cheng *et al.*, 2015) و هیدروکلوئیدهای مختلف (Soukoulis & Tzia, 2008) مطالعات زیادی شده است.

کربوکسی متیل سلولز، پلی‌ساکارید آنیونی انحلال‌پذیر در آب است که ظرفیت نگهداری آب بالایی دارد و به عنوان امولسیفایر نیز می‌تواند عمل کند. کربوکسی متیل سلولز در بین افزودنی‌های بستنی به عنوان پایدار کنندهٔ اصلی طبقه‌بندی می‌شود زیرا یک افزودنی سودمند در ایجاد ویسکوزیته مخلوط و بافت نرم، کنترل شوک حرارتی و اصلاح فرآیند ذوب است(Dogan *et al.*, 2013).

صمغ‌های ترشحی نیز از ابتدایی‌ترین و قدیمی‌ترین صمغ‌ها به شمار می‌روند زیرا به آسانی در دسترس بشر هستند و هنوز هم در صنعت کاربرد دارند. در این بین، صمغ زدو یا فارسی یک نوع صمغ تراوشی است، که به‌طور طبیعی از تنه و شاخه‌های درخت بادام کوهی[1] تراوش می‌شود. صمغ فارسی ساختار پلی ساکاریدی، آنیونی و اسیدی دارد که از دو فاز انحلال‌پذیر و (۳۰ درصد) و انحلال‌ناپذیر (۷۰ درصد) تشکیل شده و قسمت اعظم آن واحدهای گلوکز و آرابینوز است. این صمغ قابلیت تشکیل و پایداری امولسیون اسیدی روغن در آب را دارد که با افزایش غلظت، این قابلیت افزایش می‌یابد (Fadavi *et al.*, 2014).

اینولین یک فیبر غذایی انحلال‌پذیر است که برای بهبود کیفیت محصول با مزایای تغذیه‌ای و عملکردی به‌کار می‌رود (Muzammil *et al.*, 2017). استفاده از اینولین در فرمول ماست منجمد کم چرب و به عنوان جایگزین شربت ذرت در بستنی کم چرب (Schaller-Povolny & Smith, 2002) نمونه‌های خوبی از کاربرد آن در دسرهای منجمد است. رضایی و همکاران (Rezaei *et al.*, 2011) گزارش داده‌اند که افزودن اینولین در سطح ۵ درصد به ماست منجمد بهترین ویژگی‌های ذوب و بیشترین پذیرش را از سوی مصرف‌کنندگان داشته است.

دیسانایاکا و همکاران (Dissanayaka *et al.*, 2019) برای طعم‌دار کردن ماست منجمد از پالپ میوهٔ جک استفاده کردند و نشان دادند که نمونهٔ حاوی ۱۵ درصد پالپ جک فروت بهترین کیفیت را دارد. با افزایش پالپ این میوه پروتئین به طور معنی‌داری افزایش اما مقدار چربی کاهش یافت.

1- *Amygdalus scoparia* Spach

ماست منجمد حاوی ۲۰ درصد تفاله جک فروت افزایش حجم بالاتری داشت. در دورهٔ نگهداری، اسیدیتهٔ قابل تیترکردن افزایش و pH کاهش یافت. این محققان استفاده از ۱۵ درصد پالپ را در ماست یخزده پیشنهاد کردند. زمانی و همکاران (Zamani *et al.*, 2015) تأثیر دو قوام دهندهٔ کربوکسی متیل سلولز (CMC) و گوار را بر خواص رئولوژیکی ماست میوه‌ای قالبی بررسی کردند و نشان دادند که با افزودن CMC و گوار در ماست میوه‌ای، تا غلظت ۰/۲ و ۰/۰۶ درصد، مدول‌های ویسکوالاستیک، ویسکوزیتهٔ ظاهری و ویسکوزیتهٔکمپلکس افزایش و فاکتور افت کاهش می‌یابد و در بالاتر از این غلظت‌ها، عکس موارد ذکرشده رخ می‌دهد. با وجود تأثیر مثبت هریک از قوام دهنده‌ها بر خواص رئولوژیکی، افزودن مخلوط آن دو تأثیر منفی روی خواص ماست دارد. محمدزاده و همکاران (Mohamadzadeh *et al.*, 2020) نیز از استویا در محدوده ۱۰۰-۰ و صمغ گوار در محدوده ۰/۵-۰، به ترتیب به عنوان جایگزین ساکارز و چربی در فرمولاسیون ماست منجمد رژیمی استفاده کردند و نشان دادند که همهٔ سطوح جایگزینی استویا و گوار منجر به افزایش معنی‌دار سفتی می‌شود. با افزایش غلظت استویا و صمغ گوار زمان ذوب اولین قطره و به تبع آن پایداری به ذوب نمونه‌ها افزایش پیدا می‌کند. این محققان استفاده از صمغ گوار را به مقدار ۰/۵ درصد به‌جای چربی در ماست منجمد پیشنهاد کرده‌اند.

ماست منجمد علاوه بر اینکه دسری است خوشمزه و انرژی بخش، به دلیل خواص تغذیه‌ای بالا می‌تواند موجب ارتقای سلامتی در مصرف کننده گردد. با افزایش مارمالاد میوه، علاوه بر بهبود خواص حسی محصول، می‌توان موجب افزایش ارزش تغذیه‌ای و تنوع محصولات در بازار شد. این دسر اغلب به عنوان جایگزینی سالم و مناسب برای بستنی مطرح است. بنابراین، ضرورت دارد برای به دست آوردن محصولی با ظاهری جذاب و ویسکوزیته مطلوب از پایدار کننده‌ها استفاده شود.

با توجه به اینکه تاکنون تأثیر صمغ‌های زدو، CMC و اینولین در تهیهٔ ماست منجمد میوه‌ای مقایسه نشده است در این تحقیق تاثیر صمغ زدو با صمغ CMC و اینولین بر خواص فیزیکی‌شیمیایی، حسی و ویسکوزیته ماست منجمد میوه‌ای حاوی مارمالاد شلیل مقایسه شده است.

مواد و روش‌ها

مواد

شیر گاو از دامداری ارومیه (اسیدیته ۰/۱۴ درصد بر حسب اسید لاکتیک، pH=۶/۶۵ و دانسیته ۱/۰۳۰)، استارتر تجاری ماست YC-X11 از شرکت کریستن هانسن دانمارک، و میوهٔ شلیل و شیر خشک و شکر از فروشگاه‌های سطح شهر ارومیه خریداری شد. اینولین از شرکت Sensus هلند، کربوکسی متیل سلولز از شرکت سان رز ژاپن و صمغ زدو از بازار عطاران ارومیه تهیه شد. صمغ زدو با استفاده از آسیاب برقی، آسیاب و از الک با مش ۷۰ به قطر منافذ ۰/۲۱ میکرون عبور داده شد تا ذرات با اندازهٔ یکنواخت به‌دست آید. مواد شیمیایی ساخت شرکت مرک، آلمان، بود.

روش‌ها

روش تهیهٔ مارمالاد

میوهٔ شلیل پس از شستشو و هسته‌گیری در همزن برقی (ناسیونال، ساخت ژاپن) به صورت پوره در آورده شد. پورهٔ میوه و شکر به نسبت ۵۰:۵۰ با یکدیگر مخلوط و حرارت داده شد تا بجوشد. مقدار ۰/۱۵ درصد پکتین و ۰/۲ درصد اسید سیتریک به

آن اضافه و مدت ۱۰ دقیقه دیگر جوشانیده شد. مارمالاد تهیه شده به‌صورت داغ در ظرف‌های شیشه‌ای پر و دربندی گردید و تا زمان آزمایش در یخچال نگهداری شد.

مشخصات مارمالاد شلیل از این قرار است: اسیدیته بر حسب اسید سیتریک، برابر ۰/۸۳ درصد، بریکس برابر ۶۲ و pH برابر ۳/۸۱.

روش تهیهٔ ماست

شیر در دمای ۸۵ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه پاستوریزه و پس از سرد شدن تا دمای ۴۴ درجه سلسیوس، استارتر ماست به آن اضافه و مخلوط شد. مخلوط در دمای ۴۴ درجه سلسیوس تا رسیدن به pH برابر ۴/۶ انکوبه شد. نمونه‌های ماست سریعاً با آب یخ تا ۴ درجه سلسیوس سرد و تا زمان مصرف در یخچال نگهداری شدند. اسیدیتهٔ ماست ۰/۹۷ درصد بر حسب اسید لاکتیک و pH آن ۴/۶ اندازه‌گیری شد.

روش تهیهٔ ماست منجمد

ابتدا بسته به نوع تیمار صمغ زدو، کربوکسی متیل سلولز و اینولین به ۲۲ درصد آب گرم با دمای ۵۰ درجه سلسیوس اضافه و با همزن برقی به‌طور کامل حل گردید. مقدار ۵/۸ درصد شکر، ۴/۲ درصد شیر خشک به محلول صمغ‌ها اضافه شد و با مخلوط‌کن برقی کاملاً یکنواخت گردید. مخلوط پس از اختلاط کامل، در دمای ۸۵ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه پاستوریزه و تا دمای ۴ درجه سلسیوس سرد شد. مقدار ۴۸ درصد ماست و ۲۰ درصد وزنی وزنی مارمالاد شلیل به مخلوط اضافه شد و به خوبی همگن گردید و مدت ۱۵ ساعت به منظور گذراندن مرحلهٔ رساندن، در یخچال نگهداری شد. پس از اتمام مرحلهٔ رساندن، مخلوط در دستگاه بستنی‌ساز دارای کمپرسور (Breville، ساخت استرالیا) منجمد گردید. محصول تولیدی در ظرف‌های پلاستیکی استریل توزیع و در فریزر ۱۸- درجه سلسیوس قرار داده شد تا سخت شود و تا آغاز آزمایش‌ها در فریزر نگهداری گردید (Soukoulis & Tzia, 2008). لازم است گفته شود که آزمایش‌ها یک هفته پس از تولید دنبال شد. در این پژوهش، ۵ تیمار در ۴ تکرار به شرح زیر تهیه شد:

نمونه کنترل، بدون پایدارکننده (C)، نمونهٔ حاوی ۰/۱ درصد کربوکسی متیل سلولز (CMC)، نمونه حاوی ۴ درصد اینولین (E) و نمونه‌های حاوی ۰/۳ و ۰/۴ درصد صمغ زدو (به ترتیب Z1 و Z2).

روش‌های آزمایش

بریکس با استفاده از رفراکتومتر دستی (Garlzeiss Jena، آلمان)، و ماده خشک از طریق خشک کردن نمونه در آون (ممرت، آلمان) در دمای ۲± ۱۰۲ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت تعیین شد. برای تعیین حجم‌افزایی، از ظروفی با حجم مشخص استفاده شد. حجم یکسانی از نمونه قبل و بعد از انجماد توزین و حجم افزایی از رابطه ۱ محاسبه شد (Akin *et al*., 2007).

$$\text{حجم افزایی} = \frac{\text{وزن نمونه بعد از انجماد} - \text{وزن نمونه قبل از انجماد}}{\text{وزن نمونه بعد از انجماد}} \times ۱۰۰ \quad (۱)$$

برای ارزیابی خصوصیات ذوبی، ۲۵ گرم از نمونهٔ ماست بستنی روی الکی با مش ۰/۵ میلی‌متر در دمای اتاق قرار داده شد. زمان اولین قطره و زمان ذوب کامل ثبت شد. مقاومت به ذوب نیز با توزین مایع ذوب شده پس از یک ساعت برحسب درصدی

از وزن اولیه به عنوان سرعت ذوب شدن از رابطهٔ ۲ محاسبه شد (Dogan *et al.*, 2013).

$$\text{مقاومت به ذوب (٪)} = \frac{\text{وزن ماست منجمد ذوب}}{\text{وزن ماست منجمد اولیه انجماد}} \times ۱۰۰ \quad (۲)$$

ویسکوزیتهٔ ظاهری ماست بستنی توسط ویسکومتر بروکفیلد (آمریکا) در دمای ۵ درجه سلسیوس، با اسپیندل شمارهٔ ۶۴، با سرعت چرخشی ۳۰ دور در دقیقه و در زمان ۳۰ ثانیه تعیین شد(Akin *et al.*, 2007). وزن مخصوص بستنی پس از طی مرحلهٔ رساندن، به روش پیکنومتری و در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به‌دست آمد (Marshall & Goff, 2003). در ارزیابی حسی نمونه‌ها نیز ۱۰ نفر ارزیاب آموزش دیده، با استفاده از مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای، شرکت داشتند.

روش طرح آماری

نتایج با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار و در ۳ تکرار و نرم‌افزار Minitab تجزیه و تحلیل شد.

نتایج و بحث

تغییرات رطوبت، بریکس و دانسیتهٔ ماست منجمد

همان‌طوری‌که در جدول ۱ نشان داده شده است، مقدار بریکس، رطوبت و دانسیته تیمارهای حاوی صمغ‌های CMC و زدو در هر دو غلظت، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند، اما در مقایسه با نمونهٔ شاهد رطوبت به‌طور معنی‌داری کمتر و بریکس و دانسیته بیشتر است.

جدول ۱- تأثیر صمغ‌ها و اینولین بر رطوبت، بریکس و دانسیته نمونه‌های ماست منجمد

Table 1- Effect of treatments on moisture, brix and density of frozen fruit yogurt

تیمارها	رطوبت (٪)	بریکس	دانسیته
Treatments	**Moisture (%)**	**Brix**	**Density**
C	73.12 ± 0.13^{a}	25.02 ± 0.07^{d}	1.115 ± 0.003^{b}
CMC	72.87 ± 0.078^{b}	25.42 ± 0.07^{c}	1.110 ± 0.001^{b}
E	72.16 ± 0.17^{c}	25.95 ± 0.07^{a}	1.199 ± 0.003^{a}
Z1	72.84 ± 0.007^{b}	25.55 ± 0.07^{b}	1.168 ± 0.004^{a}
Z2	72.78 ± 0.19^{b}	25.52 ± 0.001^{b}	1.160 ± 0.003^{a}

اعداد حداقل با یک حروف مشابه در هر ستون از لحاظ آماری معنی‌دار نیستند ($p < 0.05$).

C: نمونه شاهد، CMC: نمونه حاوی ۰/۱ ٪ صمغ کربوکسی متیل سلولز، E: نمونه حاوی ۴ ٪ اینولین و نمونه های Z1 و Z2 به ترتیب حاوی ۰/۳ و ۰/۴ ٪ صمغ زدو.

Means with similar letters within the same column are not significant ($p < 0.05$).

C: control sample, CMC: sample containing 0.1% carboxymethylcellulose gum, E: sample containing 4% inulin and Z1 and Z2 samples containing 0.3% and 0.4% Zedo gum, respectively.

دلیل کاهش رطوبت در نمونه‌های حاوی صمغ می‌تواند مربوط به واکنش صمغ‌ها با قسمت مایع مخلوط (Akin *et al.*, 2007) و خاصیت بالای جذب آب این ترکیبات باشد، زیرا صمغ‌ها به دلیل داشتن گروه‌های آب‌دوست فراوان، به میزان زیادی آب جذب می‌کند و با ایجاد شبکه هیدروکلوئیدی، آب را درون خود می‌گیرد و مهار می‌کند. بدین ترتیب افزایش صمغ‌ها موجب کاهش رطوبت نمونه‌ها می‌شود. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی صمغ‌ها، نوع کاربرد آنها را تعیین می‌کند. پیچیدگی ساختاری صمغ‌ها به گونه‌ای است که در بین آنها می‌توان از ساختار خطی تا ساختار بسیار شاخه‌دار مشاهده کرد.

این تنوع در ساختار تعیین کنندهٔ ویژگی‌های انحصاری هر یک از صمغ‌هاست (Kiani *et al.*, 2010).

نمونه‌های حاوی اینولین، در مقایسه با نمونه‌های حاوی صمغ، به‌طور معنی‌داری حاوی کمترین مقدار رطوبت و بیشترین مقدار بریکس و دانسیته‌اند. سوکولیس و تزیا (Soukoulis & Tzia, 2008) نشان دادند که افزودن فیبرهای رژیمی مانند اینولین به بستنی، موجب افزایش غلظت مواد حل شدهٔ سرم در نتیجهٔ نگهداری آب توسط فیبرها می‌شود. از آنجایی‌که مقدار اینولین مورد استفاده ببشتر از مقدارصمغ‌ها بوده، استفاده از اینولین موجب کاهش بیشتر رطوبت و افزایش ماده خشک نمونه‌ها شده است. موزامیل و همکاران (Muzammil *et al.*, 2017) نیز نشان دادند مادهٔ خشک نمونه‌های ماست بستنی با افزودن اینولین به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. تغییرات دانسیته و بریکس نیز مربوط به تغییرات مقدار رطوبت نمونه‌هاست. هر قدر مادهٔ خشک بالاتر باشد، دانسیته نیز بیشتر خواهد بود (Karaca *et al.*, 2009). بنابراین، بالا بودن دانسیته و بریکس نمونه‌های حاوی اینولین مربوط به پایین بودن درصد رطوبت نمونه‌های فوق است. در این بررسی، دانسیته و وزن مخصوص مخلوط‌های ماست بستنی بین ۱/۱۹۹ تا ۱/۱۱۰ قرار داشت. وزن مخصوص مخلوط‌های بستنی، بسته به ترکیبات آنها، ۱/۱۲۳ تا ۱/۰۵۴ و در محدودهٔ ۱/۰۶ تا ۱/۰۸ گزارش شده است (Raftani Amiri & Ahmadi, 2014) که با نتایج این تحقیقات مطابقت دارد. وزن مخصوص مایعات در فرآیندهایی مانند سانتریفیوژکردن، هوموژنیزاسیون، تعیین ویژگی‌های جریان و محاسبهٔ توان پمپ اهمیت دارد (Marshall & Goff, 2003).

تأثیر تیمارها بر تغییرات ویسکوزیته

ویسکوزیته عبارت است از مقاومت در برابر جریان، و هر چه مقدار آن بیشتر باشد، نیروی بیشتری برای انجماد و هوادهی فراورده لازم است. ویسکوزیتهٔ ظاهری مخلوط‌های بستنی و فراورده‌های مشابه آن از فاکتورهای مهم و تاثیرگذار بر کیفیت بافت محصول نهایی است. پروتئین‌های موجود در شیر نیز موجب افزایش صافی و یکدستی دسر و افزایش ویسکوزیته، تراکم و به‌هم‌پیوستگی دسر منجمد می‌شود (Abdelazez *et al.*, 2017). همان‌طوری‌که در جدول ۲ مشخص است، از نظر ویسکوزیته بین نمونه‌های دارای صمغ‌های CMC و زدو تفاوت معنی‌داری وجود ندارد اما این نمونه‌ها در مقایسه با نمونهٔ شاهد ویسکوزیته بالاتری دارند.

جدول ۲- تأثیر تیمارها بر حجم‌افزایی، ویسکوزیته و چکیدن اولین قطرهٔ نمونه‌ها

Table 2 - The effect of treatments on the overrun, viscosity and first drop time of melting of samples

تیمارها Treatments	حجم افزایی Overran (%)	ویسکوزیته Viscosity (Cp)	چکیدن اولین قطره first drop time of melting (min)
C	35.44 ± 0.001^{b}	106.50 ± 4.96^{c}	15.80 ± 0.71^{c}
CMC	30.78 ± 2.69^{c}	154.50 ± 14.66^{b}	25.65 ± 0.49^{a}
E	29.16 ± 0.77^{d}	239.65 ± 5.56^{a}	21.56 ± 0.77^{b}
Z1	31.47 ± 0.37^{c}	172.50 ± 2.62^{b}	24.20 ± 1.27^{a}
Z2	37.40 ± 0.25^{a}	146.50 ± 2.12^{b}	25.90 ± 1.01^{a}

اعداد حداقل با یک حروف مشابه در هر ستون از لحاظ آماری معنی‌دار نیستند ($p < 0.05$).

C: نمونه شاهد، CMC: نمونه حاوی ۰/۱ ٪ صمغ کربوکسی متیل سلولز، E: نمونه حاوی ۴ ٪ اینولین و نمونه های Z1 و Z2 به ترتیب حاوی ۰/۳ و ۰/۴ ٪ صمغ زدو.

Means with similar letters within the same column are not significant ($p < 0.05$).

C: control sample, CMC: sample containing 0.1% carboxymethylcellulose gum, E: sample containing 4% inulin and Z1 and Z2 samples containing 0.3% and 0.4% Zedo gum, respectively

افزایش ویسکوزیتهٔ ظاهری در نمونه‌های حاوی صمغ، در مقایسه با نمونهٔ کنترل، می‌تواند مربوط به واکنش صمغ‌ها با قسمت مایع مخلوط و خاصیت جذب آب بالای این ترکیبات باشد. این ترکیبات با افزایش ظرفیت اتصال به آب سبب کاهش جریان‌پذیری و افزایش مقاومت نمونه در برابر جاری‌شدن یا همان ویسکوزیتهٔ ظاهری می‌شوند (MoinFard & Mazaheri Tehrani, 2010).

نتایج مشابهی نیز در دیگر تحقیقات گزارش شده است. رضایی و همکاران (Rezaei, *et al.*, 2011) و معین فرد و مظاهری تهرانی (MoinFard & Mazaheri Tehrani, 2010) نتایج مشابهی در ماست منجمد حاوی برخی پایدار کننده‌ها گزارش کرده‌اند. بخش انحلال‌پذیر صمغ فارسی، در زمره هیدروکلوئیدهای آنیونی هستند که جذب سطح کازئین‌ها می‌شوند و از طریق دافعهٔ فضایی و الکترواستاتیک از تجمع ذرات کازئین جلوگیری می‌کنند (Fadavi *et al.*, 2014).

کربوکسی متیل سلولز نیز یک پلیمر آنیونی انحلال‌پذیر در آب است که با توجه به ویژگی‌های خاص آن، به عنوان غلیظ کننده، پایدار کننده، و کنترل کننده میزان گرانروی و جریان یافتگی سیستم‌های غذایی استفاده می‌شود (Dogan *et al.*, 2013).

نمونه‌های حاوی اینولین به‌طور معنی‌داری ($p\leq$ ۰/۰۵) بالاترین مقدار ویسکوزیته را داشتند. مادهٔ خشک نمونه حاوی اینولین به‌طور معنی‌داری بالاتر و از این رو ویسکوزیتهٔ آن نیز بالاتر بوده است. با افزایش میزان مادهٔ جامد در واحد حجم، بالا بودن ویسکوزیتهٔ قابل انتظار بود. اینولین، بسیار هیدروسکوپ است و آب را باند می‌کند و شبکه‌ای ژل مانند تشکیل می‌دهد که اجزای دیگر نیز باند کرده می‌تواند رئولوژی مخلوط را تغییر دهد (Muzammil *et al.*, 2017). آکین و همکاران (Akin *et al.*, 2007) نیز گزارش داده‌اند که با افزایش غلظت اینولین، میزان ویسکوزیته ماست منجمد افزایش می‌یابد. معین فرد و همکاران (MoinFard *et al.*, 2010) نیز نشان دادند که با افزایش مادهٔ خشک، درصد حجم‌افزایی و مقاومت به ذوب به‌طور معنی‌داری کاهش و ویسکوزیته افزایش می‌یابد. سوکولیس و تزیا (Soukoulis & Tzia, 2008) نیز نشان دادند که افزودن فیبرهای رژیمی مانند اینولین، فیبر جو و گندم به بستنی بر رفتار رئولوژیکی مخلوط بستنی تاثیر می‌گذارد و موجب افزایش ویسکوزیته می‌شود. این محققان افزایش ویسکوزیته را به دلیل افزایش غلظت مواد حل‌شده سرم ناشی از نگهداری آب توسط فیبرها اعلام کردند. نتایج این تحقیقات، نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر را تأیید می‌کنند. دگان و همکاران (Dogan *et al.*, 2013)، اعلام کردند که با افزایش مقدار صمغ زانتان در فرمولاسیون بستنی ویسکوزیتهٔ ظاهری افزایش می‌یابد.

تأثیر تیمارها بر تغییرات حجم‌افزایی

حجم‌افزایی یکی از مهم‌ترین پارامترهای کیفیت دسرهای یخ زده است، زیرا بر بافت و در نتیجه برقیمت محصولات مؤثر خواهد بود (Muzammil *et al.*, 2017). افزایش حجم بستنی به دلیل ورود هوا در مخلوط است. افزایش حجم مستقیماً به میزان هوای ورودی به بافت بستگی دارد و از این رو یکی از ویژگی‌های بسیار مهم در بستنی به شمار می‌رود و مستلزم رعایت استانداردهای خاصی است، زیرا افزایش حجم زیاد بافت پفی در محصول ایجاد می‌کند و ورود مقادیر کم هوا نیز باعث ایجاد بافتی سنگین و خیس خواهد شد (Guner *et*

(Abdelazez *et al.*, 2007). همان‌طوری‌که از جدول ۲ مشخص است، بین نمونه‌ها از نظر حجم‌افزایی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. کمترین و بیشترین حجم‌افزایی به ترتیب مربوط است به نمونهٔ حاوی اینولین و نمونهٔ حاوی ۰/۴ درصد صمغ زدو ($p\leq 0.05$). بین نمونهٔ حاوی صمغ CMC و نمونهٔ حاوی ۰/۴ درصد صمغ زدو اختلاف معنی‌داری وجود ندارد اما حجم‌افزایی این نمونه‌ها در مقایسه با نمونه کنترل به‌طور معنی‌داری ($p\leq 0.05$) کمتر است. دلیل پایین بودن حجم‌افزایی در اثر افزودن اینولین، احتمالاً می‌تواند مربوط به بالا بودن ویسکوزیته و مادهٔ خشک آن باشد. هر چه ویسکوزیته بیشتر باشد، نیروی بیشتری برای انجماد و هوادهی آن لازم است. به عبارت دیگر، هرچه ویسکوزیته کمتر باشد، نیروی برشی کمتری برای هم زدن و انجماد و هوادهی لازم است و حباب‌های هوا دائماً بدون متلاشی شدن و به طور مناسب داخل بافت توزیع می‌شوند (Abdelazez *et al.*, 2017). به نظر می‌رسد که در اثر ویسکوزیتهٔ بیش از حد در حین فرایند هم‌زدن و انجماد، هوا نمی‌تواند به طور مناسب وارد بافت شود و از توزیع مناسب هوا جلوگیری می‌شود و در نتیجه، افزایش حجم در نمونه‌های حاوی صمغ CMC و اینولینکمتر خواهد شد. هوا در بستنی باعث ایجاد بافت سبک می‌شود و ویژگی‌های فیزیکی، ذوبی و سفتی محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد، اما این ویژگی‌ها فقط تحت تأثیر میزان ورورد هوا یا به عبارتی حجم‌افزایی قرار نمی‌گیرد، بلکه توزیع اندازه سلول‌های هوا نیز این ویژگی‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. برخی محققان مقدار حجم افزایی در بستنی مرغوب را بین ۲۵ تا ۵۰ درصد و برخی دیگر برای بستنی سخت ۳۷/۷ تا ۷۱/۳ درصد (Marshall & Goff, 2003) و برخی حجم‌افزایی را در ماست بستنی ۴۲/۵ -۴۴/۵۰ درصد گزارش کردند (Abdelazez *et al.*, 2017). در این تحقیق مقدار حجم افزایی در حدود ۲۹ تا ۳۷ درصد است که در نمونه‌های حاوی اینولین کمترین مقدار دیده می‌شود. بین افزایش حجم و ویسکوزیته روابطی وجود دارد. افزایش بیش از حد ویسکوزیته، اثر منفی بر افزایش حجم دارد و باعث کاهش آن می‌شود (Hagen & Narvhus, 1999).

تغییرات ویژگی‌های ذوبی نمونه‌ها

سرعت ذوب بستنی تحت تأثیر فاکتورهای متعددی است که از این میان می‌توان به مقدار هوای وارد شده، طبیعت بلورهای یخ و شبکه گلبولی چربی شکل گرفته در حین انجماد اشاره کرد (Marshall & Goff, 2003).

در آزمون ذوب، چکیدن اولین قطرهٔ نمونه‌ها نیز اندازه گیری شد. با توجه به جدول ۲، ابتدا در نمونه‌های کنترل (۱۵/۸ دقیقه) و متعاقب آن در نمونه‌های حاوی اینولین (۲۱/۵۶ دقیقه) زمان چکیدن اولین قطره به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها بود. اما بین تیمارهای حاوی صمغ‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در واقع هیدروکلوییدها به‌دلیل توانایی در نگهداری آب، بر کیفیت ذوب شدن بستنی مؤثر هستند و با افزایش غلظت آنها، شدت ذوب کاهش می‌یابد (Marshall & Goff, 2003). صمغ‌ها همچنین موجب می‌شوند تا مولکول‌های آب فاقد تحرک شوند و نتوانند آزادانه میان مولکول‌های مخلوط حرکت کنند و بنابر این موجب افزایش زمان چکیدن اولین قطرهٔ بستنی می‌شوند. فرآیند ذوب بستنی در ارتباط با آزادی حرکت مولکول‌هاست (Akin *et al.*, 2007).

در ذوب شدن بستنی دو پدیدهٔ انتقال حرارت و انتقال جرم توامان دخالت دارند. طی ذوب شدن، حرارت محیط تدریجاً از قسمت خارجی به قسمت

داخلی بستنی نفوذ می‌کند و موجب ذوب شدن کریستال‌های یخ می‌شود. آب حاصل از ذوب کریستال‌های یخ در فاز سرمی غیرمنجمد پخش و سپس مخلوط رقیق می‌شود و با عبور از بین ساختار کفی بستنی نهایتاً چکه می‌کند و به عبارتی بهتر جریان می‌یابد (Muzammil *et al.*, 2017). بستنی‌های دارای مادهٔ جامد کل بالا سریع‌تر از بستنی‌هایی ذوب می‌شوند که ماده خشک کمتری دارند؛ این مورد در نمونه‌های حاوی اینولین صدق می‌کند. ذوب شدن سریع محصول شاخص کیفیت پایین است و چنین محصولاتی موجب مشکلات می‌شوند زیرا به راحتی تحت تأثیر شوک گرما قرار می‌گیرند. محصولاتی که بیش از حد هوا داشته باشند، به آرامی ذوب می‌شوند. حباب‌های هوا به عنوان مادهٔ جداکننده عمل می‌کنند. میزان ذوب شدن و ظاهر مخلوط ذوب شده، یکی از ویژگی‌های مهم بستنی است. میزان ذوب شدن مخصوصاً، هنگامی مهم است که مخلوط بستنی به عنوان بستنی قیفی مصرف شود (Marshall & Goff, 2003).

رضایی و همکاران (Rezaei, *et al.*, 2011) نشان دادند که افزودن گوار به ماست منجمد به طور معنی‌داری سبب افزایش زمان ذوب اولین قطره می‌شود و با افزایش میزان صمغ گوار، شدت ذوب شدن نیز کاهش می‌یابد. آکین و همکاران (Akin *et al.*, 2007) گزارش داده‌اند که افزایش اینولین موجب بهبود چکیدن اولین قطره و زمان ذوب کامل می‌شود. در این تحقیق نیز استفاده از اینولین در مقایسه با نمونهٔ شاهد موجب افزایش زمان چکیدن اولین قطره شده است.

تغییرات ارزیابی حسی

ویژگی‌های بافتی و طعم ماست بستنی بی‌شک از مهم‌ترین فاکتورهای پذیرش از دیدگاه مصرف کننده است (Soukoulis & Tzia, 2008). چگونگی واکنش مخلوط بستنی در دهان و مقاومت بستنی به نیروهای مکانیکی ایجاد شده به‌وسیله زبان و کام و دندان‌ها، درک کلی، و ارزیابی بافت بستنی تحت تأثیر ویسکوزیته قرار می‌گیرد (Akin *et al.*, 2007). نتایج امتیاز حسی نمونه‌ها در جدول ۳ آورده شده است. با توجه به این جدول، هیچ یک از تیمارها بر امتیاز حسی رنگ و طعم نمونه‌ها تأثیر معنی‌داری ($p\leq 0.05$) ندارد. دلیل آن شاید استفاده از مارمالاد شلیل در نمونه‌ها باشد که تغییرات رنگ و طعم را در اثر استفاده از هیدروکلوئیدها پوشش داده است. تأثیر تیمارها بر امتیاز بافت نمونه‌ها نیز معنی‌دار نیست که با نتایج ویسکوزیته مطابقت ندارد. دلیل مطابقت‌نداشتن شاید حساس نبودن حواس انسانی باشد که ارزیابان حسی نتوانستند اختلاف بین آنها را تشخیص دهند. هیدروکلوئیدها با مکانیسم‌های متفاوتی بر بافت و ویژگی‌های حسی بستنی تأثیر می‌گذارند که شامل کنترل پدیدهٔ کریستالیزاسیون مجدد، افزایش ویسکوزیته و نگهداری آب، پایدارسازی، امولسیفیکاسیون و به دام انداختن ترکیبات طعمی است (Soukoulis & Tzia, 2008). هیدروکلوئیدها عمدتاً از نظر طعم و آروما خنثی هستند ولی اجازهٔ آزاد شدن طعم‌های سایر افزودنی‌ها را می‌دهند (Ayar *et al.*, 2009).

ایکان و همکاران (Aykan *et al.*, 2008) می‌گویند اینولین علاوه بر مزایای تغذیه‌ای، طعم و بافت بستنی کم چرب را بهبود می‌دهد. این محققان

نشان دادند که ماست منجمد با کیفیت خوب با استفاده از ۳ درصد اینولین به‌دست آمده‌است. ایسیک و همکاران (Isik *et al.*, 2011) نشان دادند که افزودن اینولین در محدوده ۶/۶ تا ۸ درصد، ویژگی‌های حسی نمونه‌های ماست منجمد کم چرب را تحت تأثیر قرارمی‌دهد.

همان‌طوری‌که جدول ۳ نشان می‌دهد، بین پذیرش کلی نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری ($p\leq 0.05$) مشاهده می‌شود. نمونه‌های حاوی اینولین و حاوی ۰/۴ درصد صمغ زدو بیشترین امتیاز پذیرش کلی را کسب کرده‌اند. کمترین امتیاز پذیرش کلی در نمونهٔ حاوی CMC دیده می‌شود هرچند اختلاف معنی‌داری با نمونه کنترل ندارد. معین‌فر و مظاهری تهرانی (MoinFard & Mazaheri Tehrani, 2010) نیز استفاده از پایدارکنندهٔ کربوکسی متیل سلولز را برای تولید ماست منجمد، نامطلوب ارزیابی کرده‌اند. ناطقی (Nateghi, 2019) نشان داده‌است که استفاده از صمغ زدو به مقدار ۰/۴ درصد موجب بهبود ویژگی‌های حسی و کیفی ماست می‌شود.

نتایج به‌دست آمده از مقالهٔ حاضر با نتایج این تحقیقات همخوانی دارد.

جدول ۳- تأثیر تیمارها بر میانگین امتیاز ویژگی‌های حسی ماست منجمد

Table 3 - The effect of treatments on the sensory properties of frozen fruit yogurt

تیمارها Treatments	رنگ Color	قوام Texture	طعم Flavor	پذیرش کلی Overall acceptability
C	3.25 ± 0.96 [a]	2.75 ± 0.46 [a]	3.05 ± 0.06 [a]	3.05 ± 0.16[b]
CMC	3.75 ± 0.50 [a]	2.55 ± 0.56 [a]	3.75 ± 0.51 [a]	2.75 ± 0.66 [b]
E	3.50 ± 0.58 [a]	3.5 ± 0.56 [a]	3.15 ± 0.76 [a]	4.25 ± 0.46 [a]
Z1	3.50 ±0.58 [a]	3.65 ± 0.36 [a]	3.17 ± 0.76 [a]	3.25 ± 0.76[ab]
Z2	3.25 ± 0.50 [a]	3.85 ± 0.50 [a]	4.00 ± 0.96 [a]	4.45 ± 0.36 [a]

اعداد حداقل با یک حروف مشابه در هر ستون از لحاظ آماری معنی‌دار نیستند ($p < 0.05$).

C: نمونه شاهد، CMC: نمونه حاوی ۰/۱ ٪ صمغ کربوکسی متیل سلولز، E: نمونه حاوی ۴ ٪ اینولین و نمونه های Z1 و Z2 به ترتیب حاوی ۰/۳ و ۰/۴ ٪ صمغ زدو.

Means with similar letters within the same column are not significant ($p < 0.05$).

C: control sample, CMC: sample containing 0.1% carboxymethylcellulose gum, E: sample containing 4% inulin and Z1 and Z2 samples containing 0.3% and 0.4% Zedo gum, respectively

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بیشترین مقدار رطوبت و کمترین مقدار دانسیته، بریکس و ویسکوزیته مربوط به نمونه‌های شاهد و کمترین مقدار رطوبت و حجم‌افزایی و بیشترین مقدار دانسیته، بریکس و ویسکوزیته مربوط به نمونه‌های حاوی اینولین است ($p\leq 0.05$). تیمارهای مورد استفاده بر امتیاز ارزیابی رنگ، طعم و بافت نمونه‌ها تأثیر معنی‌داری نداشته‌اند ($p\leq 0.05$). استفاده از صمغ زدو در مقدار ۰/۴ درصد، بیشترین حجم‌افزایی و بالاترین زمان چکیدن اولین قطره را داشته است و به‌طور غیرمعنی‌داری طعم و پذیرش کلی محصول را

بهبود داده است، از این رو استفاده از ۰/۴ درصد صمغ زدو در تهیهٔ ماست بستنی میوه‌ای پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از بخش فنی ومهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی به دلیل قرار دادن امکانات آزمایشگاهی تقدیر و تشکر می نمایند.

تعارض منافع

نویسندگان در خصوص انتشار مقاله ارائه شده به طور کامل از سوء اخلاق نشر، از جمله سرقت ادبی، سوء رفتار، جعل داده‌ها و یا ارسال و انتشار دوگانه، پرهیز نموده‌اند و منافعی تجاری در این راستا وجود ندارد.

مراجع

Abdelazez, A., Muhammad, Z., Zhang, Q. X., Zhu, Z. T., Abdelmotaal, H., Sami, R. and Meng, X. C. 2017. Production of a functional frozen yogurt fortified with *Bifidobacterium* spp. BioMed Research International 2017: 1-10. Article ID 6438528

Akin, M.B., Akin, M.S. and Kirmac, I. Z. 2007. Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. Food Chemistry. 104(1): 93-99.

Ayar, A., Sert, M D. and Akbulut, M. 2009. Effect of salep as a hydrocolloid on storage stability of 'Incir Uyutması' dessert. Food Hydrocolloid. 23(1): 62–71.

Aykan, V., Sezgin, E. and Guzel-Seydim, Z. B. 2008. Use of fat replacers in the production of reduced-calorie vanilla ice cream. European Journal of Lipid Science and Technology. 110(6):516–520.

Cheng, J., Ma, Y., Li, X., Yan, T. and Cui, J. 2015. Effects of milk protein-polysaccharide interactions on the stability of ice cream mix model systems. Food Hydrocolloid. 45, 327-336.

Dogan, M., Kayacier, A., Toker, O.S., Yilmaz, M.T. and Karaman, S. 2013. Steady dynamic creep and recovery analysis of ice cream mixes added with different concentrations of xanthan gum. Food Bioprocess Technology. 6, 1420–1433.

Fadavi, G., Mohammadifar, M.A., Zargarran, A., Mortazavian, A. M. and Komeili, R. 2014. Composition and physicochemical properties of Zedo gum exudates from *Amygdalus scoparia* J. Carbohydrate Polymers. 101, 1074-1080.

Guner, A., Ardic, M., Keles, A. and Dogruer, Y. 2007. Production of yogurt ice cream at different acidity. International Journal Food and Technology. 42(8): 948-52.

Hagen, M. and Narvhus, J.A. 1999. Production of ice cream containing probiotic bacteria. Milchwissenchaft. 54(5): 265–68.

Isik, U., Boyacioglu, D., Capanoglu, E. and Nilufer Erdil, D. 2011 Frozen yogurt with added inulin and isomalt. Journal Dairy Science. 94(4): 1647-1656.

Karaca, O.B., Güven, M. and Yasar K. 2009. The functional rheological and sensory characteristics of ice creams with various fat replacers. International Journal Dairy Technology. 62(1): 93–99.

Kiani, H., Mousavi, M.E., Razavi, H. and Morris, E.R. 2010. Effect of gellan alone and in combination with high-methoxy pectin on the structure and stability of Doogh a yogurt-based Iranian drink. Food Hydrocolloid. 24(8): 744-754.

Marshall, R. T. and Goff, H. D. 2003. Formulating and manufacturing ice cream and other frozen desserts. Food Technology. 57(5):32–45.

Mohamadzadeh, V., Arjeh, E., Masoumi, D. and Khosrowshahi, A. 2020. The effect of stevia and guar gum on the physicochemical of frozen yogurt containing orange concentrate. Journal of Food Science and Technology. 17(101): 93-101. (In Persian).

MoinFard, M. and Mazaheri Tehrani, M. 2010. Effects of some stabilizers on the physical chemical and sensory properties of frozen yogurt. Iranian Nutrition Science and Food Industry. 5(2): 1-8. (In Persian)

Muzammil, H. S., Rasco, B. and Sablani. S. 2017. Effect of inulin and glycerol supplementation on physicochemical properties of probiotic frozen yogurt. Food & Nutrition Research. 61(1): 1-7.

Nateghi, L. 2019. An investigation about possibility the manufacture of low-fat stirred yoghurt using zedo gum. Journal of Food Engineering Research. 18(67): 29-42. (In Persian).

Pinto, S.S., Carlise, B. F. F., Muñoz, I. B., Barreto, P. L. M., Prudêncio, E.S. and Amboni, R. D. M. C. 2012. Effects of the addition of microencapsulated *Bifidobacterium* BB-12 on the properties of frozen yogurt. Journal Food Engineering. 111(4):563-569.

Raftani Amiri, Z. and Ahmadi, M. A. 2014. Investigation of the possibility of replacing carboxymethylcellulose with tragacanth gum on the physical and sensory properties of ice cream. Food Industry Research. 24(2): 290-297. (In Parsian)

Rezaei, R., Khomeiri, M., Kashaninejad, M. and Aalami, M. 2011. Effects of guar gum and Arabic gum on the physicochemical sensory and flow behaviour characteristics of frozen yoghurt. International Dairy Technology. 64(4): 563-568.

Schaller-Povolny, L. A. and Smith, D. E. 2002. Interaction of milk proteins with inulin. Milchwissenschaft. 57(9-10): 494–497.

Soukoulis, C. and Tzia, C. 2008. Impact of the acidification process hydrocolloids and protein fortifiers on the physical and sensory properties of frozen yoghurt. International Dairy Technology. 61(2):170–177.

Zamani, A., Almasi, H. and Qanbarzadeh, B. 2015. The effect of guar and carboxymethylcellulose thickeners on the rheological and physical properties of set fruit yogurt. Iranian Biosystem Engineering. 46(1): 66-57 (In Persian).

Food Engineering Research/Vol.22/No.74/Spring & Summer 2023/P: 1-14

Journal Home page: https://fooder.areeo.ac.ir/

Original Research

The Comparison of the Zedo Gum with Carboxy Methylcellulose and Inulin on the Quality, Viscosity and Sensory Properties of Fruit Frozen Yogurt

Sh. Zomordi*, S. Kheirkhah Fogara, L. Rozbeh and S. Jafarian

* Corresponding Author: Associate Professor, Department of Engineering Research, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Urmia, Iran. Email: s.zomorodi@areeo.ac.ir
Received: 12 November 2020, Accepted: 22 December 2020
http://doi: 10.22092/fooder.2020.352523.1289

Abstract

Frozen yogurt is a kind of dairy dessert that combines the flavor of yogurt with the texture of ice cream. Stabilizers are preventing the formation of ice crystals due to their connection with a part of the water present in the product. In this study, the effect of 0.3 and 0.4% zedo, 0.1% carboxyl methyl cellulose (CMC), and 4% inulin on the physicochemical, rheological, and sensory properties of frozen yogurt containing nectarine was studied. The results showed that the brix, moisture content, density, and viscosity among treatments containing CMC and zedo gum in both amounts were not significantly different. But the highest moisture and the lowest density, brix, and viscosity were related to the control sample, and the lowest moisture and the highest density, brix, and viscosity were related to the sample containing inulin ($p\leq0.05$). Overruns were lowest and highest in samples containing inulin and 0.4% zedo gum, respectively ($p\leq0.05$). In control samples, the dripping time of the first drop was significantly lower than other treatments. But there was no significant difference between other treatments. None of the treatments had a significant effect on the scores for color, flavor, and texture of the samples ($p>0.05$). According to the results of this study, the use of 0.4% zedo gum in the production of fruit frozen yogurt containing nectarine is recommended.

Keywords: Frozen Yoghurt, Zedo gum, Inulin and Carboxyl methyl cellulose.