

بررسی امکان جایگزینی کربوکسی متیل سلولز با صمغ کتیرا بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی بستنی

زینب رفتنی امیری^{۱*} و محمد ابراهیم احمدی^۲

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۹/۴ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۲/۲۷

^۱ استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

^۲ دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

* مسئول مکاتبه: Email: zramiri@gmail.com

چکیده

به منظور تعیین ویژگی‌های کاربردی و بررسی امکان مصرف هیدروکلوئیدهای بومی ایران، کتیرا در نسبت‌های ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد با کربوکسی متیل سلولز در فرمولاسیون بستنی جایگزین شد و برخی ویژگی‌های کیفی محصول مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد نمونه حاوی ۱۰۰ درصد کتیرا وزن مخصوص پایین تری نسبت به سایر نمونه‌ها داشت. اما با کاهش مقدار آن وزن مخصوص مخلوط بستنی به طور معنی‌داری افزایش یافت. تمام سطوح جایگزینی منجر به افزایش معنی‌دار اورران بستنی شد. نمونه حاوی ۱۰۰ درصد کتیرا ویسکوزیته بالاتری از نمونه‌های حاوی مخلوط صمغ‌ها نشان داد و نمونه شاهد بالاترین مقاومت به ذوب را داشت. نمونه حاوی مخلوط ۷۵ درصد کربوکسی متیل سلولز و ۲۵ درصد کتیرا، به طور معنی‌داری کمترین و نمونه حاوی ۱۰۰ درصد کتیرا، بیشترین مقدار سختی را داشت. افزایش سطوح جایگزینی منجر به بهبود خواص حسی نمونه شد. با توجه به نتایج حاصل از خواص فیزیکی و امتیازات حسی نمونه‌های بستنی از این پژوهش، جایگزینی ۱۰۰ درصد کربوکسی متیل سلولز با کتیرا در بستنی امکان پذیر است.

واژگان کلیدی: بستنی، مقاومت به ذوب، سختی، کتیرا، کربوکسی متیل سلولز، اورران

مقدمه

است، اجزاء متشکله، مقدار هوای حبس شده و میزان کریستال‌های یخ در محصول نیز نقش مهمی در آن دارند. ساختار فیزیکی بستنی بر سرعت ذوب و سختی بستنی اثر می‌گذارد، اگر چه هنوز روابط خاصی برایشان تعریف نشده است (موس و هارتل ۲۰۰۴). مطابق آداپا و همکاران (۲۰۰۰a)، ترکیبات بستنی بسته

بستنی به عنوان یک کف سه جزئی معرفی می‌شود که از شبکه‌ای از گلبولهای چربی و کریستال‌های یخ توزیع شده در فاز آبی بسیار ویسکوز ساخته شده است (ایم و همکاران ۲۰۰۱). اگر چه کیفیت محصول نهایی به شرایط فراوری و یا راندمان انجماد شدیداً وابسته

به نیاز بازار و شرایط فراوری متفاوت است. توسعه ساختار بستنی غالباً به ماکرو مولکولهای حاضر در مخلوط بستنی، چربی شیر، پروتئین و مخلوط کربوهیدراتها نسبت داده می‌شود. به طور معمول، بستنی حاوی ۱۶-۱۰ درصد چربی است که نوع و مقدار آن ویژگی‌های نهایی محصول را با تاثیر بر خواص رئولوژیکی، تحت تاثیر قرار می‌دهد. چربی شیر با اثر متقابل بر سایر اجزاء، سبب توسعه بافت، احساس دهانی مطلوب، حالت خامه ای و احساس کلی چرب بودن می‌شود. ۵۰-۶۰ درصد حجمی، هوا به داخل بستنی زده می‌شود (آدایا و همکاران ۲۰۰۰b). از دیگر اجزاء بستنی هیدروکلوئیدها هستند که اهمیت اصلی آنها پایداری ترمودینامیکی محصول است. اهمیت اولیه آنها، کنترل پدیده کریستالیزاسیون مجدد ناشی از نوسانات دمایی است که موجب نقص کیفیت نگهداری می‌شود. هیدروکلوئیدها، هم چنین کیفیت بافت را تحت تاثیر قرار داده، شدت طعم و آزادسازی موقت آنها را کنترل نموده، درک حس خامه ای را بهبود بخشیده و بر خصوصیات کیفی ذوب تاثیر می‌گذارند. کربوکسی متیل سلولز، پلی ساکارید آنیونی محلول در آب است که ظرفیت نگهداری آب بالایی داشته و در ترکیب با کاراجینان، صمغ دانه خرنوب و یا گوار به خوبی ایجاد ژل می‌کند و به عنوان امولسیفایر نیز می‌تواند عمل کند. کربوکسی متیل سلولز در بین افزودنیهای بستنی به عنوان یک پایدار کننده اصلی طبقه بندی می‌شود زیرا یک افزودنی سودمند در ایجاد ویسکوزیته مخلوط و بافت نرم، کنترل شوک حرارتی و اصلاح فرآیند ذوب می‌باشد اما مانند سایر پایدارکننده‌های اصلی از جمله صمغ گوار و دانه خرنوب موجب جداسازی سرم در بستنی می‌شود که یک پدیده نامطلوب است (بهرام پرور و همکاران ۱۳۸۷). صمغ کتیرا تراویده خشک شده طبیعی حاصل از برخی گونه‌های *Astragalus* بوده و به عنوان یک هیدروکلوئید با کیفیت در فهرست

^۱GRAS قرار دارد. این صمغ به عنوان پایدار کننده، امولسیون کننده، قوام دهنده و جایگزین چربی کاربرد وسیعی در صنایع غذایی دارد. در علم پزشکی نیز گزارش شده که کتیرا از رشد سلولهای سرطانی ممانعت کرده و مصرف دائمی آن موجب توزین قند خون در بیماران دیابتی می‌شود (زرگران و همکاران ۱۳۸۷). در همین راستا، خواص فیزیکی و حسی بستنی به جهت اهمیت آنها در پذیرش کلی این محصول توسط محققین، مورد بررسی قرار گرفته است. سوکولیس و همکاران (۲۰۰۸) عملکرد هیدروکلوئیدهای کربوکسی متیل سلولز، گوار، سدیم آلژینات و گزانتان را در مخلوط با کاراجینان بر خواص کیفی بستنی وانیلی طی نگهداری ۱۶ هفته بررسی کردند و اعلام کردند سدیم آلژینات اثر پایدار کنندگی، بهبود بافت و پذیرش کلی بهتری بر روی بستنی داشته است. بهرام پرور و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که استفاده از صمغ بالنگو و نیز اثر سینرژیستی آن همراه با صمغهای کربوکسی متیل سلولز و ثعلب موجب کاهش در اورران، افزایش ویسکوزیته و بهبود خواص حسی بستنی می‌شود. گوهری اردبیلی و همکاران (۱۳۸۴) تاثیر معنادار جایگزینی ۵۰٪ شکر با شیر خرمای بر ویژگی عطر، طعم، بافت و پذیرش کلی بستنی نرم اعلام نمودند. همایونی راد و همکاران (ب و الف-۱۳۸۴) هیدرولیز نسبی پروتئین‌های مخلوط بستنی با کیموزین را گزینه مناسبی برای بهبود کیفیت بستنی کم چرب معرفی نموده‌اند. رضایی و همکاران (۱۳۹۰) اثر صمغ عربی و گوار را بر ماست منجمد بررسی کردند و اعلام نمودند که افزودن این دو صمغ باعث بهبود نسبی پذیرش کلی نمونهها نسبت به نمونه شاهد می‌گردد. رضایی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که افزودن اینولین در سطح ۲ درصد به ماست منجمد بهترین ویژگی‌های ذوب و بیشترین پذیرش را از سوی مصرف کنندگان داشته است. میلانی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند

^۱- Generally Recognized As Safe

سطوح ۱۰، ۱۰، ۱۶، ۰/۱ و ۰/۴ درصد تنظیم گردید. مطابق جدول ۱ نمونه حاوی ۱۰۰ درصد کربوکسی متیل سلولز به عنوان نمونه شاهد انتخاب شد و در سایر نمونه‌ها به نسبت ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد با کتیرا جایگزین شد.

برای تهیه مخلوط بستنی، پس از توزین مواد اولیه فرمولاسیون، ابتدا شیر و خامه همزمان در یک ظرف استیل ریخته شده و ضمن حرارت دادن تا دمای 50°C ، مرتباً همزده شدند. سپس به منظور یکنواختی مخلوط به مدت ۵ دقیقه توسط همزن برقی شرکت پارس آزما، ساخت ایران با سرعت ۳۰ دور در دقیقه همزده شد. سپس مخلوط مواد جامد شامل شکر، شیر خشک بدون چربی و پایدار کننده در حین همزدن، به تدریج به مخلوط اضافه شد و پس از همزدن کامل مخلوط، در بن ماری با دمای 69°C به مدت نیم ساعت پاستوریزه شده و سپس سریعاً به کمک مخلوط سرما زا (یخ و آب نمک) تا دمای 5°C خنک شد و پس از آن به مدت ۲۴ ساعت در دمای یخچال نگهداری شد. بعد از پایان مرحله رساندن در یخچال، پودر وانیل به مخلوط اضافه شده و مخلوط در یک دستگاه بستنی ساز غیر مداوم ۱/۵ لیتری مدل Cuisinart ساخت کشور چین منجمد گردید. زمان انجماد نمونه‌های بستنی ۳۰ دقیقه و دمای انجماد 4°C - بود. نمونه‌های بستنی منجمد در ظروف بسته بندی شده و به فریزر 18°C - منتقل شدند تا عمل سخت شدن انجام گیرد و به مدت ۳۰ روز تا زمان انجام آزمایشها در همان دما نگهداری شدند (بهرام پرور و همکاران ۱۳۸۷).

که افزایش درصد جایگزینی عسل، خرما و گوار باعث افزایش معنی دار اورران و ویسکوزیته مخلوط شد. نمونه فاقد گوار دارای بیشترین میزان سختی بود، اما با افزایش غلظت گوار در تیمارها از شدت سختی بافت کاسته شد و با افزایش درصد جایگزینی عسل خرما سختی نمونه‌ها مجدداً افزایش یافت. میزان چسبندگی بافت بستنی ماستی نیز با افزایش درصد جایگزینی عسل، خرما و گوار افزایش یافت. در مورد عملکرد کربوکسی متیل سلولز به عنوان پایدارکننده در بستنی تحقیقاتی انجام شده است. کاربرد کتیرا نیز به عنوان پایدار کننده در بستنی مجاز اعلام شده است، اما گزارشهای کمی در مورد استفاده از آن در بستنی منتشر شده است. هدف از این پژوهش بررسی امکان جایگزینی هیدروکلئید تجاری کربوکسی متیل سلولز با صمغ بومی کتیرا در بستنی و تاثیر آن بر ویژگی‌های فیزیکی و حسی محصول می باشد.

مواد و روش‌ها

مواد

شیر استریلیزه (۳درصدچربی)، شیر خشک بدون چربی (۰/۳- درصد چربی) و خامه استریلیزه (۳۰ درصد چربی) از شرکت کاله و صمغ کربوکسی متیل سلولز ساخت شرکت سان رز ژاپن از شرکت بایر شیمی تهران خریداری شد. شکر (کاترین)، وانیل و ظروف پلاستیکی ۱۰۰ گرمی درب دار از مراکز فروش لوازم قنادی ساری و صمغ کتیرای نواری از یک عطاری در بهشهر خریداری شد.

روش تهیه تیمارها

ابتدا صمغ کتیرای نواری با آسیاب مدل CNCM13ST1، ساخت شرکت بوش آلمان خرد شده و سپس از غربال با مش ۱۰۰ عبور داده شد. درصدهای چربی، مواد جامد بدون چربی، شیرین کننده، طعم دهنده و پایدارکننده در محصول نهایی به ترتیب در

جدول ۱- تیمارهای تهیه شده

ترکیبات (%)	A (شاهد)	C	D	E	B
شکر	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶
شیر	۴۹/۸۲	۴۹/۸۲	۴۹/۸۲	۴۹/۸۲	۴۹/۸۲
خامه	۲۸/۲۹	۲۸/۲۹	۲۸/۲۹	۲۸/۲۹	۲۸/۲۹
شیر خشک	۵/۳۸	۵/۳۸	۵/۳۸	۵/۳۸	۵/۳۸
وانیل	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
کربوکسی متیل سلولز	۰/۴	۰/۳	۰/۲	۰/۱	-
کتیرا	-	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴

روشهای آزمایش

ویسکوزیته

ویسکوزیته مخلوط پس از مرحله رساندن و قبل از انجام توسط ویسکومتر دیجیتالی بروکفیلد مدل DV-II+Pro ساخت کشور امریکا، در دمای ۵ درجه طی مدت ۳۰ ثانیه اندازه گیری شد (کایا و تکین ۲۰۰۱). حجم ظرف مورد استفاده ۵۰۰ میلی لیتر بود. بعد از انجام آزمایشات مقدماتی، اسپیندل شماره ۶۴ به عنوان مناسب ترین اسپیندل انتخاب شد و ویسکوزیته در ۳۰ دور در دقیقه اندازه گیری شد.

وزن مخصوص

وزن مخصوص بستنی پس از طی مرحله رساندن، به روش پیکنومتری و در دمای ۲۵°C انجام شد (مارشال و آربوکل ۱۹۹۶).

اورران^۱

اورران یا افزایش حجم بستنی نسبت به حجم مخلوط بستنی، بلافاصله پس از تولید و به روش وزنی محاسبه گردید (عبدالله و همکاران ۲۰۰۳).

مقاومت به ذوب

با توزین مقدار بستنی ذوب شده در دمای ۲۵°C به مدت ۱۵ دقیقه بر اساس روش مارشال و آربوکل (۱۹۹۶) انجام شد.

سختی بافت

ابتدا، نمونه‌ها از فریزر ۱۸°C به فریزر ۱۵°C انتقال داده شده و به مدت ۲۴ ساعت در آن نگهداری شدند. جهت تعیین سختی نمونه‌ها از دستگاه آنالیز بافت شرکت بروکفیلد مدل CT3 ساخت امریکا با سلول بارگذاری ۲۵ کیلو گرمی استفاده شد. برای تعیین سختی نمونه‌ها از پروب استوانه ای به قطر ۵ میلی متر، عمق نفوذ ۱۰ میلی متر و سرعت نفوذ ۲ میلی متر بر ثانیه استفاده شد (سوکولیس و همکاران ۲۰۰۸).

آزمونهای حسی

ارزیابی حسی نمونه‌های بستنی پس از سی روز نگهداری در فریزر ۱۸- درجه بر اساس روش هدونیک ۵ نقطه ای پیوسته توسط ۱۰ داور از دانشجویان کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی بعد از طی آموزش مقدماتی، انجام شد. صفات حسی مورد ارزیابی شامل شدت سردی^۲، سفتی^۳، ویسکوزیته،

3 - Intensity of coldness

2- Over run

ویسکوزیته

ویسکوزیته یا مقاومت به جریان مهمترین ویژگی مخلوط بستنی است که مقدار معینی از آن برای همزدن مناسب و نگهداری هوا لازم است. علیرغم بررسیهای فراوان انجام گرفته هنوز گزارش قطعی مبنی بر مقدار مطلوب ویسکوزیته در بستنی ارائه نشده است و پاسخ نهایی و قطعی برای این سوال که چه مقدار ویسکوزیته مطلوب است وجود ندارد (بهرام پرور و همکاران ۱۳۸۷ و گوهری و همکاران ۱۳۸۴). آگاهی از مقادیر ویسکوزیته، علاوه بر کمک به تعیین مناسب ترین فرمولاسیون، در انتخاب پمپ مناسب جهت انتقال و طراحی تجهیزات مورد نظر حائز اهمیت است (بهرام پرور و همکاران ۱۳۸۷). همان طور که در جدول ۲ مشاهده می شود تمام سطوح جایگزینی منجر به کاهش معنی دار ویسکوزیته مخلوط بستنی شده است. نتایج حاصل از آنالیز واریانس نشان داد ویسکوزیته نمونه‌های حاوی ۱۰۰ درصد کربوکسی متیل سلولز و ۱۰۰ درصد کتیرا، از ویسکوزیته سایر نمونهها بالاتر بود. به طور کلی افزایش ویسکوزیته در نمونه‌های حاوی صمغ، می تواند مربوط به واکنش صمغها با قسمت مایع مخلوط (اکین و همکاران ۲۰۰۷) و خاصیت بالای جذب آب این ترکیبات (معین فرد و همکاران ۲۰۰۸) باشد. به نظر می رسد این دو صمغ اثر سینرژیستی، در خروج بیشتر آب متحرک و افزایش تحرک آب آزاد در بستنی و کاهش ویسکوزیته داشته اند. سوکولیس و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که افزودن فیبرهای رژیمی مانند اینولین، فیبر جو و گندم به بستنی، بر رفتار رئولوژیکی مخلوط بستنی تاثیر گذار بوده و باعث افزایش ویسکوزیته می‌شود. آنها افزایش ویسکوزیته را به دلیل افزایش غلظت مواد حل شده سرم در نتیجه نگهداری آب توسط فیبرها اعلام کردند. بهرام پرور و همکاران (۱۳۸۷) نیز گزارش نموده‌اند که پایدا کننده‌های کربوکسی متیل سلولز، ثعلب

درجه صافی^۴، سرعت آب شدن^۵، عطر و طعم و پذیرش کلی بود (بهرام پرور و همکاران ۱۳۸۷).

آنالیز آماری

آزمایشات در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شدند. هریک از نمونه‌های بستنی در سه تکرار تهیه و آزمونها در سه تکرار انجام شد. اختلاف نمونهها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح معنی داری ۹۵٪ مقایسه شد. برای آنالیز دادهها و رسم نمودارها از نرم افزارهای اس پی اس اس نسخه ۱۶ و اکسل نسخه ۲۰۰۷ استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمونهاى وزن مخصوص، اورران، مقاومت به نوب، سختی و ویسکوزیته نمونه‌های بستنی در جدول ۲ آمده است.

وزن مخصوص

وزن مخصوص مایعات در فرآیندهایی مانند سانتریفیوژ کردن، همورژنیزاسیون، تعیین ویژگی‌های جریان و محاسبه توان پمپ اهمیت دارد (گوف ۲۰۰۸). وزن مخصوص مخلوطهای بستنی بسته به ترکیبات متشکله $1/1232 - 1/0544$ می باشد (بهرام پرور و همکاران ۱۳۸۷). کمترین وزن مخصوص مربوط به نمونه B با مقدار $1/05$ و بیشترین برای مخلوط حاوی ۷۵ درصد کتیرا و ۲۵ درصد کربوکسی متیل سلولز با مقدار $1/08$ بود. دو سطح جایگزینی D و E موجب افزایش معنی‌دار وزن مخصوص نسبت به نمونه شاهد شد و سطح جایگزینی C تفاوت معنی داری با نمونه شاهد نداشت و به همراه شاهد بطور معنی داری کمترین وزن مخصوص را ایجاد کردند. تقریباً روند افزایش وزن مخصوص با کاهش ویسکوزیته در این تحقیق مشاهده شد.

⁴- Degree of smoothness

⁵ - Liquefying rate

سطوح جایگزینی منجر به افزایش اورران شده، که به نظر می‌رسد افزایش اورران به دلیل کاهش ویسکوزیته باشد. زیرا 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 می‌شود (مارشال و آربوکل ۱۹۹۶). بهرام پرور و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی تاثیر جایگزینی کربوکسی متیل سلولز و ثعلب با ترکیبات هیدروکلوئیدی بالنگو شیرازی، اعلام کردند با افزایش ویسکوزیته میزان اورران کاهش می‌یابد. گوهری و همکاران (۱۳۸۴) با بررسی تاثیر جایگزینی شکر با شیر خرم بر ویژگیهای فیزیکی و حسی بستنی نرم، اعلام کردند با افزایش ویسکوزیته میزان اورران کاهش می‌یابد.

و صمغ بالنگو شیرازی موجب افزایش ویسکوزیته بستنی خامه ای می‌شود.

اورران

هوادهی در دسرهای منجمد مستقیماً مربوط به هوای وارد شده به آنها در طی تولید می‌باشد و به خاطر تاثیری که بر کیفیت محصول به جای می‌گذارد از اهمیت خاصی در این محصولات برخوردار است. اورران بستنی به دلیل ارتباط آن با راندمان و نیز تاثیر آن بر پیکره و بافت بستنی حائز اهمیت است (گوف ۲۰۰۸ و گوف و ساهاجیان ۱۹۹۶). برخی محققین میزان اورران مطلوب در بستنی مرغوب را ۵۰-۲۵ درصد و برخی دیگر برای بستنی سخت ۳۷/۷-۷۱/۳ درصد اعلام کرده‌اند (موس وهارتل ۲۰۰۴). نتایج نشان داد میزان اورران تیمارها حدود ۵۷-۵۳ درصد بوده که نمونه شاهد کمترین مقدار اورران را داشته و تمام

جدول ۲- مقایسه میانگین خواص فیزیکی نمونه‌های بستنی

نمونه	وزن مخصوص	اورران (درصد)	مقاومت به نوب (درصد)	سختی (گرم)	ویسکوزیته (سانتی پواز)
A (شاهد)	۱/۰۶ ^{b*}	۵۲/۳۳±۲/۵ ^a	۹۸±۰/۸۶ ^e	۲۹/۹۱±۰/۴۸ ^b	۳۲۵۴/۵±۶/۷۸ ^c
C	۱/۰۶±۰/۰۵ ^b	۵۷±۲/۱۷ ^d	۹۱/۳۳±۱ ^d	۲۸/۶۷±۰/۲۸ ^a	۳۱۳۰/۵±۳/۴۳ ^a
D	۱/۰۷±۰/۰۴ ^c	۵۶±۰/۸۶ ^{cd}	۷۹/۶۶±۰/۵ ^a	۳۱/۵۵±۰/۲۳ ^c	۳۱۲۱/۶±۶/۰۴ ^a
E	۱/۰۸±۰/۰۴ ^d	۵۴±۰/۸۶ ^{ab}	۸۳/۶۶±۰/۵ ^b	۳۱/۵۳±۰/۸۶ ^c	۳۱۲۶±۱/۸۵ ^a
B	۱/۰۵ ^a	۵۵±۰/۵ ^{bc}	۸۶/۳۳±۰/۵ ^c	۳۲/۵۵±۰/۰۸ ^d	۳۱۸۷/۳±۱/۱۳ ^b

*حروف متفاوت در هر ستون، دارای تفاوت معنی داری هستند.

مقاومت به نوب

سرعت نوب بستنی تحت تاثیر فاکتورهای متعددی مانند مقدار هوای وارد شده، طبیعت کریستالهای یخ و نیز شبکه گلبول چربی که در حین انجماد شکل گرفته، می‌باشد (موس وهارتل ۲۰۰۴). نمونه شاهد با ۹۸ درصد بالاترین و نمونه D که حاوی مخلوط ۵۰ درصد کربوکسی متیل سلولز و ۵۰ درصد کتیرا می‌باشد، با ۷۹/۶۶ درصد کمترین میزان مقاومت به نوب را داراست. در نوب شدن بستنی دو پدیده انتقال حرارت و انتقال جرم تواماً دخالت دارند. در طی نوب

شدن، حرارت محیط تدریجاً از قسمت خارجی به قسمت داخلی بستنی نفوذ کرده و موجب نوب شدن کریستال‌های یخ می‌شود. آب حاصل از نوب کریستالهای یخ در فاز سرمی غیر منجمد پخش شده و سپس مخلوط رقیق شده از بین ساختار کفی بستنی عبور کرده و نهایتاً چکه می‌کند و به عبارتی بهتر جریان می‌یابد. (سوکولیس و تزیا ۲۰۰۸). با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان گفت کربوکسی متیل سلولز با ایجاد ویسکوزیته بالاتر نسبت به مخلوط صمغ‌ها و هم چنین نسبت به نمونه حاوی ۱۰۰ درصد

بیشترین مقدار سختی را داراست ($P < 0.05$). با توجه به تاثیر پایدارکننده‌ها مطابق نتایج سوکولیس و همکاران (۲۰۰۸)، در کنترل مؤثر رشد کریستالها و انتشار آب از/ به کریستالهای مجاور، به نظر می‌رسد سطوح ترکیبی ۷۵ درصد کربوکسی متیل سلولز و ۲۵ درصد کتیرا در نمونه C، منجر به کنترل مناسب تر رشد کریستالهای یخ و نیز انتشار مولکولهای آب به کریستالهای مجاور و سختی بستنی شده است. ویسکوزیته کمتر، میزان اورران بیشتر به دلیل امکان افزایش ادغام حبابهای هوا و هم چنین مقاومت به ذوب نسبتا بالاتر نمونه C نسبت به سایر نمونه‌ها در آنالیز دستگاهی تاییدی بر نرمی بیشتر این نمونه نسبت به سایر نمونه‌ها است.

ارزیابی حسی نمونه‌های بستنی

هیدروکلوئیدها با مکانیسم‌های متفاوتی بر بافت و ویژگی‌های حسی بستنی تاثیر می‌گذارند که شامل کنترل پدیده کریستالیزاسیون مجدد، افزایش ویسکوزیته و نگهداری آب، پایدارسازی، امولسیفیکاسیون و به دام انداختن ترکیبات طعمی می‌باشد (سوکولیس و همکاران ۲۰۱۰). جدول ۳ نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های بستنی حاوی مخلوط صمغ-های کربوکسی متیل سلولز جایگزین شده با کتیرا را نشان می‌دهد.

کتیرا، موجب می‌شود مولکولهای آب قاعد تحرک شوند و نتوانند آزادانه میان مولکولهای مخلوط حرکت کنند. بنابر این کتیرا در تمام سطوح بکار رفته موجب کاهش مقاومت به ذوب بستنی می‌شود. مطابق نتایج بدست آمده در این تحقیق، آکین و همکاران (۲۰۰۷)، اعلام کردند فرآیند ذوب بستنی در ارتباط با آزادی حرکت مولکول‌هاست.

سختی

یکی دیگر از صفات فیزیکی بستنی، سختی می‌باشد که می‌تواند مبین تعداد و رشد کریستالهای یخ باشد. افزایش اندازه کریستالهای یخ طی ذخیره و نگهداری بستنی، همراه با افزایش سختی است. اگرچه سختی می‌تواند ناشی از شرایط فرآیند (هموژنیزاسیون، رسیدن و انجماد) باشد، به ترکیبات تشکیل دهنده بستنی (چربی، پروتئینها و هیدروکلوئیدها) نیز شدیداً وابسته است. هم چنین سختی به غلظت پایدار کننده و زمان نگهداری بستگی دارد. افزایش درصد پایدار کننده با توجه به عمل آنها به عنوان کرایوپروتکتنت و در ارتباط با توانایی آنها در کنترل انتشار مولکولهای آب از / به کریستالهای یخ، موجب کاهش سختی می‌شود (سوکولیس و تریا ۲۰۰۸). نمونه C که حاوی ۷۵ درصد کربوکسی متیل سلولز و ۲۵ درصد کتیرا می‌باشد، به طور معنی‌داری کمترین و نمونه B با ۱۰۰ درصد کتیرا

جدول ۳ - نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های بستنی

نمونه	شدت سردی	سفتی	ویسکوزیته	درجه صافی	سرعت آب شدن	عطر و طعم	رنگ	پذیرش کلی
A	۴/۰۶±۳۶ ^{ab*}	۲/۹۷±۰/۱۶ ^c	۴/۴۳±۰/۰۹ ^c	۳/۹۴±۰/۱ ^b	۲/۶۹±۰/۱۱ ^a	۲/۹۹±۰/۰۴ ^a	۲/۹۹±۰/۰۴ ^a	۳/۵۶±۰/۱۱ ^b
C	۴±۰/۱۹ ^{ab}	۲/۴۳±۰/۰۹ ^a	۳/۷۴±۰/۰۵ ^a	۳/۴۰±۰/۱۴ ^a	۳/۲۴±۰/۱۱ ^d	۲/۹۷±۰/۰۲ ^a	۲/۹۶±۰/۰۲ ^a	۳/۲۵±۰/۰۱ ^a
D	۴/۱۸±۳۳ ^{ab}	۲/۸۹±۰/۱۴ ^c	۳/۷۳±۰/۰۸ ^a	۳/۴۳±۰/۰۲ ^a	۳/۰۴±۰/۰۴ ^b	۲/۶۶±۰/۱۱ ^c	۳/۲۷±۰/۳۸ ^b	۳/۸۲±۰/۰۴ ^c
E	۴/۲۵±۰/۲۳ ^b	۲/۹۴±۰/۱۷ ^c	۳/۹۲±۰/۱۴ ^b	۳/۴۷±۰/۰۸ ^a	۳/۱۴±۰/۱۳ ^c	۳/۵۲±۰/۱ ^b	۳/۳۴±۰/۱ ^b	۳/۸۱±۰/۰۶ ^c
B	۳/۹۱±۰/۳۹ ^a	۲/۵۸±۰/۱۹ ^b	۳/۹۷±۰/۰۴ ^b	۳/۸۷±۰/۰۸ ^b	۲/۷۴±۰/۰۲ ^a	۳/۸۴±۰/۰۵ ^d	۳/۵۲±۰/۰۵ ^c	۴/۰۳±۰/۰۷ ^d

*حروف متفاوت در هر ستون، دارای تفاوت معنی‌داری هستند.

شدت سردی

با ذوب بستنی در دهان، اجزای بزرگتر موجب ایجاد احساس سردی می‌شوند. گزارش شده است که با افزایش میزان چربی، شدت سردی کاهش می‌یابد. این فرضیه بر این اصل استوار است که با کاهش چربی مقدار آب افزایش یافته و بنابراین آب بیشتری برای تشکیل ذرات بزرگتر یخ در دسترس می‌باشد، در نتیجه انتظار می‌رود به همان اندازه که مقدار چربی و به دنبال آن مقدار ماده جامد بستنی کاهش می‌یابد، احساس سردی نیز تشدید شود (ایم و همکاران ۲۰۰۱). جایگزینی کربوکسی متیل سلولز با کتیرا تغییر زیادی در این ویژگی کیفی ایجاد نکرد بطوریکه شدت سردی نمونه شاهد از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با نمونه‌های حاوی مخلوط صمغها ندارد ($P > 0.05$) اما نمونه حاوی ۱۰۰ درصد کتیرا شدت سردی معنی‌دار کمتری در مقایسه با نمونه E که حاوی مخلوط ۷۵ درصد کتیرا و ۲۵ درصد کربوکسی متیل سلولز می‌باشد، نشان داد ($P < 0.05$). احتمالاً، ویسکوزیته کم نمونه E حاصل از آنالیز دستگاهی موجب افزایش احساس سردی این نمونه شده است. بهرام پرور و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند جایگزینی کربوکسی متیل سلولز و ثعلب با صمغ بالنگوی شیرازی تغییر معنی‌داری در شدت سردی نمونه‌ها ایجاد نکرد.

سفتی

همان گونه که دیده می‌شود نمونه C که حاوی مخلوط ۷۵ درصد کربوکسی متیل سلولز و ۲۵ درصد کتیرا می‌باشد، بطور معنی‌داری کمترین مقدار و نمونه B که حاوی ۱۰۰ درصد کتیرا می‌باشد نیز بیشترین مقدار سفتی را دارا می‌باشد ($P < 0.05$) که با نتایج آزمون دستگاهی مطابقت دارد. نتایج حاصل از آزمونهای دستگاهی و حسی نشان داد کاربرد مخلوط ۷۵ درصد کربوکسی متیل سلولز و ۲۵ درصد کتیرا در بستنی می‌تواند موجب کاهش سفتی در بستنی نسبت به نمونه‌های حاوی ۱۰۰ درصد کربوکسی متیل سلولز و

۱۰۰ درصد کتیرا شود. سوکولیس و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی عملکرد پایدار کننده‌های مختلف (زانتان، سدیم آلژینات، گوار و کربوکسی متیل سلولز) بر خواص حسی بستنی پروبیوتیک اعلام کردند استفاده از ۴/۰-۳/۰ درصد از هیدروکلوئیدهای فوق می‌تواند موجب کاهش سختی و نیز زبری بستنی شود.

ویسکوزیته

چگونگی واکنش مخلوط بستنی در دهان و مقاومت بستنی به نیروهای مکانیکی ایجاد شده بوسیله زبان، کام و دندانها، درک کلی و ارزیابی بافت بستنی، تحت تاثیر ویسکوزیته قرار می‌گیرد. (ایم و همکاران ۲۰۰۱). روند تغییرات ویسکوزیته با جایگزینی کربوکسی متیل سلولز با کتیرا، در آزمون حسی و دستگاهی مشابه است و تمام سطوح جایگزینی منجر به کاهش معنی‌دار ویسکوزیته مخلوط بستنی نسبت به نمونه شاهد شده است و نمونه شاهد با تفاوت معنی‌داری بالاترین میزان ویسکوزیته را داراست.

درجه صافی

طبق داده‌های موجود در جدول ۳، درجه صافی نمونه حاوی ۱۰۰ درصد کتیرا با نمونه شاهد، تفاوت معنی‌داری نداشته در حالی که نمونه‌های حاوی مخلوط صمغها در همه سطوح، بدون تفاوت معنی‌دار نسبت به یکدیگر، امتیاز پایین تری نسبت به نمونه‌های حاوی ۱۰۰ درصد کربوکسی متیل سلولز و ۱۰۰ درصد کتیرا کسب کردند. بهرام پرور و همکاران (۱۳۸۷) گزارش کردند جایگزینی کربوکسی متیل سلولز با بالنگو تغییر معنی‌داری در درجه صافی نمونه‌ها در ارزیابی حسی ایجاد نکرد.

سرعت آب شدن

نمونه‌های شاهد و ۱۰۰ درصد کتیرا بدون تفاوت معنی‌دار نسبت به هم، کمترین سرعت ذوب شدن را نشان دادند و نمونه C که حاوی مخلوط ۷۵ درصد کربوکسی متیل سلولز و ۲۵ درصد کتیرا بود، بالاترین سرعت آب شدن را نشان داد و بین نمونه‌های حاوی

به طوری که نمونه شاهد کمترین و نمونه حاوی ۱۰۰ درصد کتیرا، بالاترین امتیاز مربوط به رنگ را کسب کردند. بر اساس نتایج حاصله، استفاده از صمغ کتیرا به تنهایی و در ترکیب با کربوکسی متیل سلولز در سطوح مختلف توانسته منجر به بهبود رنگ نمونه‌های بستنی شود.

پذیرش کلی

با افزایش جایگزینی کربوکسی متیل سلولز با کتیرا، امتیاز پذیرش کلی به طور معنی داری افزایش یافته است. بطوری که نمونه حاوی ۱۰۰ درصد کتیرا با تفاوت معنی داری بالاترین امتیاز پذیرش کلی را کسب کرد. به غیر از نمونه C که حاوی ۷۵ درصد کربوکسی متیل سلولز و ۲۵ درصد کتیرا بود، سایر نمونه‌های حاوی مخلوط صمغ‌ها به طور معنی داری امتیاز بالاتری را نسبت به نمونه شاهد و امتیاز کمتری نسبت به نمونه حاوی ۱۰۰ درصد کتیرا کسب کردند.

نتیجه گیری

روند افزایش وزن مخصوص با کاهش ویسکوزیته در نمونه‌های مورد بررسی مشاهده شد. مخلوط صمغ‌های کربوکسی متیل سلولز و کتیرا، اثر سینرژیستی در ارتباط با افزایش ویسکوزیته نداشته و سبب خروج بیشتر آب متحرک بستنی و کاهش ویسکوزیته شدند. نمونه شاهد کمترین اورران را داشته و تمام سطوح جایگزینی منجر به افزایش اورران شده که متناسب با کاهش ویسکوزیته نمونه‌ها در این تحقیق بوده است. بیشترین مقدار مقاومت به ذوب مربوط به نمونه شاهد بوده که احتمالاً کتیرا موجب آزادی حرکت مولکول‌ها و تسریع فرایند ذوب نمونه‌ها شده است. نمونه حاوی ۱۰۰ درصد کتیرا بیشترین سختی را داشت و نرم‌ترین، نمونه حاوی ۷۵ درصد کربوکسی متیل سلولز و ۲۵ درصد کتیرا بوده است. نمونه‌های حاوی کتیرا در بسیاری از صفات حسی از جمله رنگ، عطر و طعم و پذیرش کلی امتیاز بالاتری نسبت به نمونه شاهد داشته

مخلوط صمغ‌ها نیز تفاوت معنی‌داری از نظر سرعت ذوب شدن وجود داشت ($P < 0/05$). سوکولیس و همکاران (۲۰۱۰) نیز با بررسی خواص حسی بستنی پروبیوتیک اعلام کردند افزودن کربوکسی متیل سلولز گر چه موجب افزایش ویسکوزیته و مقاومت به ذوب بستنی شد اما منجر به افزایش بافت کفی و دلمه ای در محصول شد.

عطر و طعم

بی شک ویژگی‌های بافتی و طعم بستنی از مهم‌ترین فاکتورهای پذیرش از دیدگاه مصرف‌کننده می باشند (سوکولیس و همکاران ۲۰۰۸). با افزایش سطح جایگزینی، امتیاز عطر و طعم نمونه‌ها به طور منظم و معنی داری افزایش یافت ($P < 0/05$) به طوری که نمونه شاهد کمترین و نمونه حاوی ۱۰۰ درصد کتیرا، بالاترین امتیاز مربوط به عطر و طعم را کسب کردند. هیدروکلئیدها عمدتاً از نظر طعم و آروما خنثی هستند ولی اجازه آزاد شدن طعم‌های سایر افزودنیها را می دهند (آیار و همکاران ۲۰۰۹). سوکولیس و همکاران (۲۰۱۰ و ۲۰۰۸) با بررسی تاثیر درصد پایدار کننده‌های مختلف (زانتان، سدیم آلژینات، گوار، کربوکسی متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل متیل) بر ویژگی‌های طعمی بستنی پروبیوتیک اعلام کردند کاهش درصد هیدروکلئیدها منجر به بهبود شیرینی و طعم وانیل شد که احتمالاً ناشی از کاهش آزادسازی طعم وانیل به دلیل پایدارسازی بیش از حد نسبت دادند. بنابراین به نظر می رسد طعم ترکیبات در حضور کتیرا، در مقایسه با کربوکسی متیل سلولز بهتر و بیشتر آزاد شده و موجب امتیاز عطر و طعم بالاتر اکثر نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد شده است.

رنگ

روند تغییرات رنگ نمونه‌های جایگزین شده نیز شبیه روند تغییرات عطر و طعم است در جایگزینی کربوکسی متیل سلولز با کتیرا، با افزایش سطح جایگزینی، امتیاز رنگ نمونه‌ها به طور منظم و معنی داری افزایش یافت

شده به کتیرا بر سلامتی انسان، جایگزینی ۱۰۰ درصد کربوکسی متیل سلولز با کتیرا در فرمولاسیون بستنی پیشنهاد می‌شود.

و در دیگر صفات نیز امتیاز رضایت بخشی کسب کردند. با توجه به قابلیت کتیرا در بهبود خواص حسی و مجموعه صفات فیزیکی ارزیابی شده نمونه‌های بستنی در این پژوهش و هم چنین اثرات نسبت داده

منابع مورد استفاده

- بهرام پرور م، حداد خدا پرست م ح و امینی ا م، ۱۳۸۷. بررسی تاثیر مقادیر مختلف جایگزینی صمغهای کربوکسی متیل سلولز و ثعلب با صمغ دانه بالنگو شیرازی بر خصوصیات بستنی سخت خامه ای، مجله پژوهشهای علوم و صنایع غذایی، صفحه‌های ۴۸-۳۷.
- رضایی ر، خمیری م، کاشانی نژاد م و اعلمی م، ۱۳۹۰. بررسی خواص رئولوژیکی و حسی ماست منجمد حاوی غلظتهای مختلف صمغ عربی و صمغ گوار، نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، صفحه‌های ۴۹-۴۲.
- رضایی ر، خمیری م، اعلمی م، و کاشانی نژاد م، ۱۳۹۲. بررسی اثر اینولین بر خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی، حسی و زنده مانی پروبیوتیکها در ماست منجمد، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، صفحه‌های ۹۰-۸۱.
- زرگران ع، محمدی فر م ا و بلاغی س، ۱۳۸۷. مقایسه برخی ترکیبات شیمیایی و ویژگیهای رئولوژیک صمغ کتیرای ایرانی تراویده از دو گونه *A. floccous* و *A. rahensis*، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، صفحه‌های ۱۷-۹.
- گوهری اردبیلی ا، حبیبی نجفی م ب و حداد خداپرست م ح، ۱۳۸۴. بررسی تاثیر جایگزینی شکر با شیر خرم بر ویژگیهای فیزیکی و حسی بستنی نرم، مجله پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، صفحه‌های ۳۲-۲۳.
- میلانی ا، بقایی ه و مرتضوی س ع، ۱۳۹۰. اثر جایگزینی عسل، خرما و گوار بر ویژگیهای فیزیکوشیمیایی، بافت و ویسکوزیته دسر بستنی ماستی کم چرب پرتقالی، نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، صفحه‌های ۱۲۰-۱۱۵.
- همایونی راد ع، احسانی م، ابراهیم زاده م ع، ولیزاده م و امام جمعه ز، الف ۱۳۸۴. بهبود کیفیت بستنی کم چرب تحت هیدرولیز نسبی پروتئینهای مخلوط بستنی با کیموزین (I)، مجله علوم کشاورزی ایران، صفحه‌های ۷۷۳-۷۶۳.
- همایونی راد ع، احسانی م، ابراهیم زاده م ع، ولیزاده م و امام جمعه ز، ب ۱۳۸۴. بهبود کیفیت بستنی کم چرب تحت هیدرولیز نسبی پروتئینهای مخلوط بستنی با کیموزین (II)، مجله علوم کشاورزی ایران، صفحه‌های ۱۵۱۵-۱۵۰۹.
- Abdullah M, Saleem-ur-Rehman, Zubair H, Saeed H M, Kousar S and Shahid M, 2003. Effect of skim milk in soy milk blend on the quality of ice cream. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2:5 305-311.
- Adapa S, Schmidt KA, Joen IJ, Herald, TJ and Flores RA, 2000a. Mechanisms of ice crystallization and recrystallization in ice cream: a review. *Food reviews International*. 16: 259-271.
- Adapa S, Schmidt KA, Joen IJ, Herald, TJ and Flores RA, 2000b. Rheological properties of ice cream mixes and frozen ice creams containing fat and fat replacers. *Journal of dairy science*. 83: 2224-2229.
- Aime D B, Arntfield S D, Malcolmson L J and Ryland D, 2001. Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products, *Food Research International*. 34, 237-246.
- Akin M B, Akin M S and Kirmaci Z, 2007. Effect of inulin and sugar levels on the viability of yoghurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice cream. *Food chemistry*. 104: 93-99.
- Ayar A, Sert D, and Akbulut M, 2009. Effect of salep as a hydrocolloid on storage stability of 'I'ncir Uyutması' dessert. *Food Hydrocolloids*. 23: 62-71.

- Goff H D, 2008. 65 Years of ice cream science. *International Dairy Journal*. 18: 754-758.
- Goff H D and Sahajian M E, 1996. Freezing of dairy product. In L.E. Jeremiah (Ed). Freezing effect on food quality. New York: Marcel Dekker Inc.
- Marshall R T and Arbuckle W S, 1996. *Ice-cream*. New York, Chapman & Hall.
- Minhas K S, Sidhu J S, Mudahar G S and Singh A K, 2002. Flow behavior characteristics of ice cream mix made with buffalo milk and various stabilizers. *Plant Foods for Human Nutrition*. 57: 25-40.
- Moeenfard M and Mazaheri Tehrani M, 2008. Effect of Some Stabilizers on the Physicochemical and Sensory Properties of Ice Cream Type Frozen Yogurt. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science* 4 (5): 584-589.
- Muse M R and Hartel R W, 2004. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of Dairy Science*. 87: 1-10.
- Soukoulis C, Lyroni E and Tzia C, 2010. Sensory profiling and hedonic judgment of probiotic ice cream a function of hydrocolloids, yogurt and milk fat content. *WT - Food Science and Technology*. 43: 1351-1358.
- Soukoulis C, Chandrinos I and Tzia C, 2008. Study of the functionality of selected hydrocolloids and their blends with [kappa]-carrageenan on storage quality of vanilla ice cream. *LWT - Food Science and Technology*. 41: 1816-1827.
- Soukoulis C and Tzia C, 2008. Impact of the acidification process, hydrocolloids and protein fortifiers on the physical and sensory properties of frozen yogurt. *International Journal of Dairy Technology*. 61: 170-177.

Archive of SID

The possibility of substitution of carboxy methyl cellulose and tragacanth gum on the physical and sensory properties of ice cream

ZR Amiri^{1*} and ME Ahmadi²

Received: November 25, 2013 Accepted: May 17, 2014

¹Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

²MSc Graduated, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

*Corresponding author: E-mail: zramiri@gmail.com

Abstract

For determination of functional properties and application possibility of Iranian local plants hydrocolloids, the carboxy methyl cellulose (CMC) replaced with tragacanth (T) at levels of 0, 25, 50, 75 and 100 percent and quality characteristics of ice cream (IC) were determined. The results showed that the sample containing 100% T had lower specific gravity (SG) than other samples but by decreasing the level of substitution, the SG of IC mix significantly increased. All levels of substitution led to significant increase of overrun. Sample containing 100% T showed higher viscosity than sample containing mixture of gums, and control sample had the highest resistance to melting. Sample containing 75% CMC and 25% T had the lowest hardness and sample containing 100% T had the highest hardness. Increasing the level of substitution led to improve the sensory properties of IC. According to the results of the physical properties and sensory scores of IC samples obtained from this research, replacement of CMC and T at level of 100% is possible.

Keywords: Ice cream, Melting resistance, Hardness, Tragacanth, Carboxy methyl cellulose, Overrun