مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال پنجم، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۹، صفحات ۸-۱

اثرات برخی پایدارکننده‌ها بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و حسی ماست منجمد

مرضیه معین‌فرد[۱] ، مصطفی مظاهری تهرانی[۲]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- نویسنده مسئول: استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد پست الکترونیکی:mmtehrani@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۱۲ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۷

چکیده

سابقه و هدف: در تهیه ماست منجمد نرم و سخت، هدف فقط تهیه یک محصول پایدار نیست، بلکه در کنار این پایداری، به دست آوردن ظاهری جذاب و به همان اندازه، نرمی و وجود بافتی عاری از ذرات خشن مورد توجه است. در این پژوهش، اثرات برخی پایدارکننده‌ها بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و حسی ماست منجمد مورد بررسی قرار گرفت تا مناسب‌ترین پایدارکننده مشخص شود و در تحقیقات آتی به کار رود.

مواد و روش‌ها: همه نمونه‌ها حاوی ۱۰٪ چربی، ۱۳٪ شکر، و ۱۳٪ ماده جامد بدون چربی و ۰/۱٪ وانیل بودند. به منظور تولید نمونه‌های آزمایشی، سه نوع پایدارکننده کربوکسی متیل سلولز، پانیسول ex و مخلوط پایدارکننده/ امولسیفایر (شامل ۰/۲۳٪ سدیم‌آلژینات، ۰/۱۳٪ گوار، ۰/۰۵٪ کاراگینان، ۰/۴۸٪ پروپیلن‌گلایکول ، ۰/۰۹۷٪ پلی‌سوربات ۸۰) در سه سطح ۰/۱۴۴٪، ۰/۱۹۸٪ و ۰/۲۵۴٪ مورد استفاده قرار گرفت. تجزیه و تحلیل نتایج با طرح آماری دو فاکتورهٔ کاملاً تصادفی و در سه تکرار توسط نرم افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ ($p<0/05$) انجام شد.

یافته‌ها: نوع و میزان پایدارکننده، اثر معنی‌داری بر pH و اسیدیته مخلوط نداشتند، ولی بر ویسکوزیته، افزایش حجم و مقاومت به ذوب نمونه‌ها اثر معنی‌داری نشان دادند($p<0/05$). بیشترین افزایش حجم و مقاومت به ذوب در نمونه‌های حاوی سطح سوم پانیسول ex و کمترین آنها در نمونه‌های سطح اول کربوکسی متیل سلولز مشاهده شد. بررسی خواص حسی نشان‌دهنده تاثیر معنی‌دار نوع و میزان پایدارکننده‌ها بر بافت محصول بود. به طوری که نمونه‌های حاوی سطح سوم مخلوط پایدارکننده/ امولسیفایر، بیشترین امتیاز را در این زمینه کسب کردند ($p<0/05$). نوع و میزان پایدارکننده‌ها بر احساس دهانی و طعم اثر معنی‌داری نشان ندادند($p<0/05$).

نتیجه‌گیری: برای تولید ماست منجمد با ماست چکیده، استفاده از سطوح سوم پانیسول ex یا مخلوط پایدارکننده/ امولسیفایر پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: ماست منجمد، پایدارکننده، امولسیفایر، ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، خواص حسی

• مقدمه

ماست منجمد یک نوع دسر منجمد است که ترکیبی از طعم ماست و بافت بستنی را دارد. ماست منجمد طعم منحصر به فرد خود را از سوش‌های *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* و *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* می‌گیرد(۱). چربی، شکر، اسید و مواد جامد کل چهار متغیر عمده در ترکیب ماست منجمد هستند. چربی و مواد جامد کل، از عوامل اصلی در تعیین کیفیت بافت به شمار می‌روند، در حالی‌که اسید و شکر از عوامل اصلی ایجاد عطر و طعم محسوب می‌شوند(۲).

در تهیه ماست منجمد نرم و سخت، هدف فقط تهیه یک محصول پایدار نیست؛ بلکه در کنار این پایداری، به دست آوردن ظاهری خوب و جذاب و همچنین نرمی و لطافت بافت نیز مورد توجه است(۳). اغلب پایدارکننده‌هایی که در گذشته به منظور تولید بستنی به کار می‌رفتند، با پروتئین‌های شیر واکنش داده و به تولید بافتی زبر و خشن منجر می‌شدند. از طرفی استفاده از این نوع پایدارکننده‌ها باعث بروز پدیده نامطلوب wheying off می‌شود که طی آن، دو فاز مایع و جامد از یکدیگر جدا می‌شوند(۴،۳). برای

جلوگیری از این پدیده نامطلوب از مقادیر ناچیز کاراگینان استفاده می‌شود(۴). بنابراین، به دست آوردن ترکیبی از مواد که بتواند به عنوان پایدارکننده در ماست منجمد نرم و سخت کاربرد داشته باشد، مورد توجه بوده است.

پایدارکننده‌ها یا مخلوط پایدارکننده‌ها و امولسیفایرها را می‌توان قبل یا بعد از انجام فرآیندهایی از قبیل پاستوریزاسیون، هموژنیزاسیون یا حتی گرمخانه‌گذاری به شیر اضافه کرد(۳). پایدارکننده‌ها به شکل ژلاتین‌های گیاهی یا دامی به محصول اضافه می‌شوند و هر جا که تغییرات دمایی قادر به ایجاد بافت زبر و خشن در محصول باشد، با عملکرد خاص و منحصر به فرد خود می‌توانند قوام و نرمی بافت را حفظ کنند(۱). ایجاد نرمی و لطافت در مخلوط و بافت محصول نهایی، کاهش یا جلوگیری از رشد بلورها (۵)، کاهش کریستالیزاسیون لاکتوز (۶) در زمان نگهداری و ایجاد محصولی با بافت یکنواخت و در نهایت، افزایش مقاومت به ذوب از جمله اهداف اصلی استفاده از پایدارکننده‌ها در فرآورده‌های لبنی منجمد هستند. از آنجا که افزایش و کاهش دما باعث بروز تغییرات نامطلوبی در بافت محصول می‌شود، اتصال پایدارکننده‌ها به بخشی از آب موجود در فرآورده باعث می‌شود آب کمتری برای تغییر فاز از آب به یخ در محصول وجود داشته باشد(۶، ۵). اگر هیدروکلوئیدها به تنهایی استفاده شوند، به ندرت می‌توانند خواص مطلوبی در محصول ایجاد کنند. زیرا هر کدام از این هیدروکلوئیدها اثر خاصی روی بافت، پیکره، ویژگی‌های ذوبی محصول یا قابلیت زدن دارند. بنابراین، معمولاً مخلوطی از مواد پایدارکننده و امولسیفایرها همراه با هم استفاده می‌شود تا خواص مطلوب‌تری در محصول ایجاد شود (۵، ۴). پایدارکننده مناسب باید ویژگی‌هایی داشته باشد که از این میان می‌توان به سرعت بالای پخش در مخلوط، محلول بودن در دمای مورد نظر و جلوگیری از گسترش بلورهای درشت اشاره کرد(۴). برخی از پایدارکننده‌هایی که در دسرهای منجمد کاربرد دارند عبارتند از: صمغ گوار، صمغ لوبیای لوکاست(خرنوب)، سدیم و پروپیلن گلایکول آلژینات، گاراگینان، زانتان و ژلاتین (۷، ۵، ۴).

انجام هموژنیزاسیون برای رسیدن به خواص مطلوب امولسیفایرها ضروری است(۸). در فرآیند تولید بستنی، امولسیون مورد نظر، طی فرآیند هموژنیزاسیون تشکیل و سپس از محفظه انجماد، عبور داده می‌شود(۹). امولسیفایرها در بی‌ثبات کردن امولسیون چربی طی انجماد مخلوط، مؤثر هستند. این ویژگی به امولسیفایرها اجازه می‌دهد تا از طریق افزایش قابلیت زدن، بهبود مقاومت به ذوب، افزایش خشکی و استحکام (۱۰، ۸، ۷)، افزایش ظرفیت اوران (حجم افزایی)، کاهش زمان زدن، کاهش رشد کریستال‌های یخ، ایجاد بافت نرم به همراه مقدار اندکی احساس دهانی روغنی (Greasy)و در نهایت، افزایش یکنواختی در محصول، کیفیت مطلوبی در بستنی ایجاد کنند (۱۰، ۸). از جمله امولسیفایرهایی که در تهیه بستنی کاربرد دارند، می‌توان به مونو و دی‌گلیسریدهای اتوکسیله شده، پلی‌سوربات‌های ۶۵ و۸۰ و استرهای لاکتیله اسیدهای چرب اشاره کرد (۴). در تهیه ماست منجمد نیز از امولسیفایرهایی استفاده می‌شود که کاربرد آنها در مواد غذایی مجاز و توسط مردم قابل قبول باشند. از میان امولسیفایرهای رایج در تهیه ماست منجمد می‌توان به مونوگلیسریدها، لسیتین، پلی‌سوربات‌های ۶۵ و۸۰ اشاره کرد. این امولسیفایرها یا به صورت تکی یا در ترکیب با یکدیگر به کار می‌روند (۳).

از آنجاکه خواص مربوط به حفظ سلامتی در ماست چکیده بیشتر از ماست معمولی است، سعی بر آن بود تا در حد امکان بیشترین خواص تغذیه‌ای در محصول نهایی ایجاد شود. به همین دلیل، در این پژوهش برای تهیه ماست منجمد از ماست چکیده استفاده شد. همان طور که ذکر شد، پایدارکننده‌ها و امولسیفایرها اثرات متفاوتی روی خواص ماست منجمد دارند. در نتیجه، سعی بر آن بود که اثر پایدارکننده‌های مختلف روی خواص فیزیکی شیمیایی و حسی ماست منجمد بررسی شود تا مناسب‌ترین ترکیب، شناسایی و در تحقیقات آتی که در این زمینه انجام خواهد شد، مورد استفاده قرار گیرد.

• مواد و روش‌ها

مواد: مواد اولیه‌ای که در این پژوهش استفاده شدند، عبارت بودند از: شیر ۲/۵٪ چربی، خامه(۳۰٪ چربی)، شکر، کربوکسی متیل سلولز، پانیسول ex، مخلوط پایدارکننده/ امولسیفایر(۳)، وانیل و آغازگر ماست. شیر از *دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد* و خامه از *کارخانه پگاه خراسان* تهیه شد. پانیسول ex و مخلوط پایدارکننده/ امولسیفایر به همراه آغازگر ماست (DVS Lac 1/63 ، شامل *استرپتوکوکوس سالیواریوس* زیرگونه *ترموفیلوس* (*Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*) و *لاکتوباسیلوس دلبروئکی* زیرگونه *بولگاریکوس*

(*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*) از *شرکت آزمالبن شرق* تهیه شد. شکر، کربوکسی متیل سلولز و وانیل از فروشگاه‌های سطح شهر خریداری شد.

روش آزمون: شیر اولیه در دمای ۹۵°C-۹۰ به مدت ۵ دقیقه حرارت داده شد. به منظور تغلیظ شیر از اواپراتور تک بدنه‌ای بچ در دمای ۵۵°C-۵۰ و خلأ ۰/۸ بار استفاده شد. رفراکتومتر دستی مدل OK-GYEM برای کنترل بریکس در حین تغلیظ مورد استفاده قرار گرفت. به محض رسیدن بریکس به حد ۱۷-۱۶/۵ (SNF=۱۳±۰/۲) شیر، تخلیه و به آزمایشگاه انتقال داده شد. به منظور آماده‌سازی بسته‌های آغازگر برای استفاده در مقیاس کوچک، طبق دستورالعمل شرکت سازنده عمل شد. به طوری که مقدار آغازگر در حدود ۰/۱ درصد شیرِ مورد استفاده بود. قبل از تلقیح، درصد چربی شیر تغلیظ شده طبق روش ژربر(۱۱) اندازه‌گیری شد.

سپس اجزای مورد نیاز برای تهیه بستنی بر اساس روش جبری محاسبه شد. به طوری که مخلوط نهایی حاوی ۱۰٪ چربی، ۱۳٪ شکر، ۰/۱٪ وانیل و مقدار مورد نیاز پایدارکننده بود. ۷۰٪ کل شیر محاسبه شده با آغازگرِ آماده‌سازی شده در مرحله قبل به میزان ۰/۱ درصد تلقیح و به محض رسیدن اسیدیته نمونه‌ها به ۰/۹۰ تا ۰/۹۴ درصد، در دمای ۴°C قرار گرفت. بقیه شیر با خامهٔ توزین شده مخلوط شد و به طور غیرمستقیم تا دمای ۴۵°C-۴۰ تحت حرارت ملایم قرار گرفت. سپس مواد جامد به آرامی به آن اضافه شد. این مخلوط به مدت ۲۶ ثانیه در ۸۰°C پاستوریزه و بلافاصله با رساندن به دمای ۳۰°C-۲۵ سرد شد. در این مرحله، ماست به آرامی به مخلوط اضافه شد و دمای مخلوط توسط آب و یخ به زیر ۱۰°C کاهش یافت و به مدت ۱۴ ساعت در دمای ۴°C نگهداری شد.

فرآیند انجماد به مدت ۲۰ دقیقه در دستگاه بستنی‌ساز مولینکس خانگی انجام گرفت. نمونه‌های تولید شده پس از بسته‌بندی و کدگذاری در فریزر ۱۸°C- قرار گرفتند. برای تهیه نمونه‌های آزمایشی، سه نوع پایدارکننده کربوکسی متیل سلولز(S)، پانیسول ex (P) و مخلوط پایدارکننده/ امولسیفایر(M) [(سدیم آلژینات (۰/۲۳٪)، گوار(۰/۱۳٪)، کاراگینان(۰/۰۵٪)، پروپیلن‌گلایکول (۰/۴۸٪) و پلی‌سوربات ۸۰ (۰/۰۹۷٪)] (۳) در ۳ سطح ۰/۱۴۴، ۰/۱۹۸ و ۰/۲۵۴ درصد مورد استفاده قرار گرفت.

شاخص‌های مورد آزمون:

اسیدیته و pH: اسیدیته و pH (pH متر Metrohm مدل ۶۹۱ ساخت سوئیس)، طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۴۵۰ اندازه‌گیری شد(۱۲).

حجم افزایی: اندازه‌گیری حجم افزایی (اوورران)، طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۴۵۰ انجام گرفت(۱۲).

ویسکوزیته: ویسکوزیته مخلوط با کمی اصلاحات توسط ویسکومتر Brookfield مدل DV-II pro ، ساخت آمریکا توسط اسپیندل شماره ۴ در ۳۰rpm به مدت ۳۰ ثانیه اندازه‌گیری شد(۱۳).

مقاومت به ذوب: برای اندازه‌گیری مقاومت به ذوب ۳۰ گرم نمونه روی یک صافی سیمی که روی یک ارلن قرار داشت، گذاشته شد و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۲۵°C-۲۴ قرار داده شد. وزن ماست منجمد ذوب شده به صورت درصدی از وزن اولیه به عنوان مقاومت به ذوب اندازه‌گیری شد(۱۲).

بررسی خواص حسی: ارزیابی خواص حسی نمونه‌های ماست منجمد توسط ۶ نفر از دانشجویان رشته علوم و صنایع غذایی *دانشکده کشاورزی دانشگاه مشهد* و بر اساس مقیاس پنج نقطه‌ای هدونیک انجام شد (۱=خیلی ضعیف، ۲= ضعیف، ۳=متوسط، ۴=خوب، ۵=خیلی خوب). از داوران خواسته شد تا نمونه‌ها را از نظر طعم، بافت و احساس دهانی ارزیابی کنند.

آنالیز آماری: تجزیه و تحلیل نتایج با طرح آماری دو فاکتوره کاملاً تصادفی و در سه تکرار و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

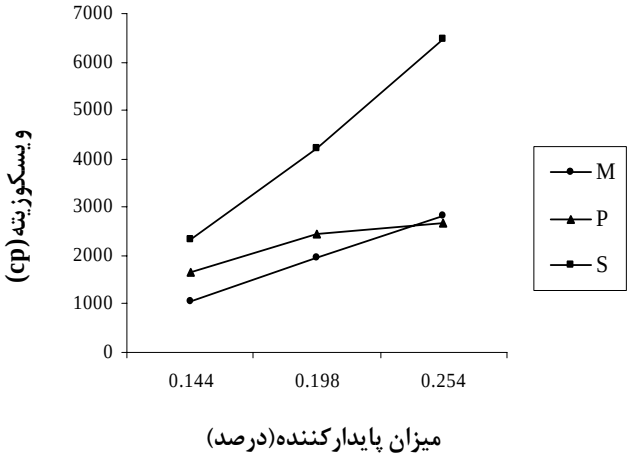
• یافته‌ها

تأثیر نوع و میزان پایدارکننده‌ها بر اسیدیته و pH

ماست منجمد: نوع و میزان پایدارکننده‌های مورد استفاده در این پژوهش اثر معنی‌داری بر اسیدیته مخلوط نداشتند(جدول۱). از آنجا که میزان استفاده از پایدارکننده‌ها در مخلوط‌های بستنی، بسیار اندک است، چنین نتیجه‌ای قابل پیش‌بینی بود. همان طور که قبلاً اشاره شد، گرمخانه‌گذاریِ نمونه‌های ماست به محض رسیدن به اسیدیته ۰/۹۰ تا ۰/۹۴ پایان گرفته و اسیدیته و pH نمونه‌های ماست نیز با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نشان ندادند ($p<0/05$). از این رو در جدول ۱ فقط میزان اسیدیته

نمونه‌های ماست منجمد که ارتباط مستقیمی با pH آنها دارد، آورده شده و از ذکر مقادیر pH که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند، خودداری شده است.

تأثیر نوع و میزان پایدارکننده‌ها بر ویسکوزیته مخلوط ماست منجمد: نوع و میزان پایدارکننده‌ها ویسکوزیته مخلوط ماست منجمد را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار دادند ($p<۰/۰۵$) (شکل ۱). این معنی‌دار بودن در کلیه سطوح هر سه نوع پایدارکننده مشاهده شد(جدول ۱). نتایج نشان دادند که ویسکوزیته ایجاد شده توسط سه نوع پایدارکننده در همه سطوح با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند و ویسکوزیته ایجاد شده توسط کربوکسی متیل‌سلولز به طور معنی‌داری بیشتر از پانیسول ex و مخلوط پایدارکننده/ امولسیفایر بود ($p<۰/۰۵$).



شکل ۱- تأثیر نوع و میزان پایدارکننده‌ها بر ویسکوزیته مخلوط ماست منجمد

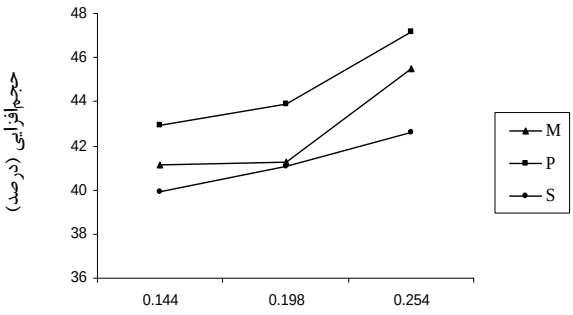
جدول ۱- تأثیر نوع و میزان پایدارکننده‌ها بر اسیدیته، ویسکوزیته، افزایش حجم و مقاومت به ذوب ماست منجمد

نوع پایدارکننده*	میزان پایدارکننده**	اسیدیته (٪)	ویسکوزیته (cp)	افزایش حجم (٪)	مقاومت به ذوب (٪)
M	-	۰/۶۳۱^{a}	۱۹۴۴^{c}	۴۲/۶۲^{b}	۷۸/۷۳^{b}
P	-	۰/۶۲۸^{a}	۲۲۶۸^{b}	۴۴/۶۷^{a}	۸۰/۷۹^{a}
S	-	۰/۶۲۸^{a}	۴۳۵۰^{a}	۴۱/۱۹^{c}	۹۰/۴۰^{c}
-	L1	۰/۶۳۰^{a}	۱۶۹۲^{c}	۴۱/۳۴^{c}	۷۶/۹۶^{c}
-	L2	۰/۶۲۸^{a}	۲۸۷۸^{b}	۴۲/۰۷^{b}	۸۳/۲۶^{b}
-	L3	۰/۶۲۹^{a}	۳۹۹۲^{a}	۴۵/۰۷^{a}	۸۹/۴۶^{a}
M	L1	۰/۶۳۷^{a}	۱۰۶۶^{i}	۴۱/۱۶^{e}	۷۸/۷۳^{de}
M	L2	۰/۶۳۳^{a}	۱۹۵۹^{g}	۴۱/۲۵^{e}	۸۰/۷۹^{d}
M	L3	۰/۶۲۳^{a}	۲۸۰۷^{c}	۴۵/۴۶^{b}	۹۰/۴۰^{b}
P	L1	۰/۶۲۷^{a}	۱۶۶۹^{h}	۴۲/۹۷^{cd}	۸۴/۶۸^{c}
P	L2	۰/۶۲۳^{a}	۲۴۴۵^{e}	۴۳/۹۱^{c}	۸۸/۱۰^{b}
P	L3	۰/۶۳۲^{a}	۲۶۹۱^{d}	۴۷/۱۴^{a}	۹۳/۹۲^{a}
S	L1	۰/۶۲۷^{a}	۲۳۴۱^{f}	۳۹/۹۲^{f}	۷۶/۴۷^{e}
S	L2	۰/۶۲۷^{a}	۴۲۳۲^{b}	۴۱/۰۵^{e}	۸۰/۸۸^{d}
S	L3	۰/۶۳۰^{a}	۶۴۷۹^{a}	۴۲/۶۰^{d}	۸۴/۰۵^{c}

M*: مخلوط پایدارکننده/امولسیفایر ، P: پانیسول ex ، S: کربوکسی متیل سلولز

**L1: ۰/۱۴۴ درصد ، L2: ۰/۱۹۸ درصد ، L3: ۰/۲۵۴ درصد

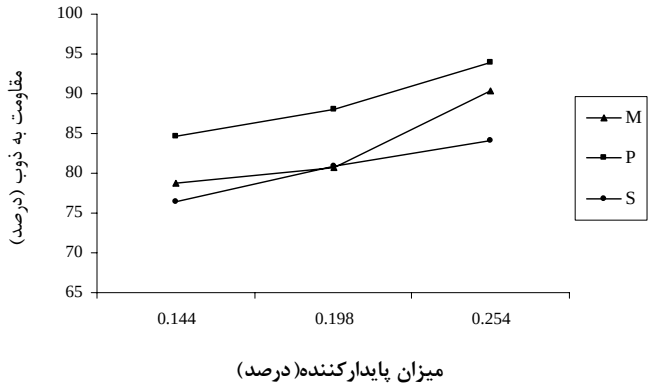
تأثیر نوع و میزان پایدارکننده بر حجم‌افزایی ماست منجمد: نتایج تجزیه واریانس، گویای معنی‌دار بودن تأثیر نوع و میزان پایدارکننده‌ها بر افزایش حجم ماست منجمد بود ($p<0/05$). نتایج مقایسه میانگین‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. با افزایش میزان پایدارکننده، حجم نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل۲). در رابطه با پانیسول ex و مخلوط پایدارکننده/ امولسیفایر، اختلاف معنی‌داری بین سطوح اول و دوم وجود نداشت، ولی سطوح سوم با سطوح پایین‌تر اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. در رابطه با کربوکسی متیل سلولز، کلیه سطوح با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند ($p<0/05$). به طور کلی، افزایش حجم نمونه‌های حاوی پانیسول ex به طور معنی‌داری بیشتر از افزایش حجم نمونه‌های دارای مخلوط پایدارکننده/امولسیفایر و کربوکسی متیل سلولز بود.



شکل ۲- تأثیر نوع و میزان پایدارکننده بر افزایش حجم نمونه‌های ماست منجمد

تأثیر نوع و میزان پایدارکننده‌ها بر درصد مقاومت به ذوب ماست منجمد: نوع و میزان پایدارکننده‌ها، مقاومت به ذوب نمونه‌های آزمایش را به طور معنی‌داری($p<0/05$) تحت تأثیر قرار دادند (جدول۱). با افزایش میزان پایدارکننده‌ها، مقاومت به ذوب نمونه‌ها نیز به طور معنی‌داری افزایش یافت. در این میان فقط سطوح اول و دوم نمونه‌های حاوی مخلوط پایدارکننده/ امولسیفایر تفاوت معنی‌داری نداشتند، اما افزایش مقاومت به ذوب همراه با افزایش درصد پایدارکننده در نمونه‌های حاوی پانیسول ex و کربوکسی متیل سلولز در کلیه سطوح، معنی‌دار بود.

نوع پایدارکننده نیز بر مقاومت به ذوب اثر معنی‌داری داشت($p<0/05$)، به طوری که در همه سطوح، نمونه‌های حاوی کربوکسی متیل سلولز، کمترین و نمونه‌های حاوی پانیسول ex بیشترین مقاومت به ذوب را نشان دادند(شکل۳). نتایج حاصل از این بخش، ارتباط نزدیکی با نتایج بخش قبل داشت؛ یعنی نمونه‌هایی که بالاترین افزایش حجم را داشتند، از بیشترین مقاومت به ذوب نیز برخوردار بودند.



شکل۳- تأثیر نوع و میزان پایدارکننده بر مقاومت به ذوب نمونه‌های ماست منجمد

تأثیر نوع و میزان پایدارکننده‌ها بر خواص حسی ماست منجمد: نمرات مربوط به طعم در جدول ۲ نشان داده شده است. نوع و میزان پایدارکننده‌ها بر طعم نمونه‌ها اثر معنی‌داری نداشتند($p<0/05$).

نمرات مربوط به بافت در جدول ۲ نشان داده شده است. تجزیه واریانس نشان داد که نوع و میزان پایدارکننده روی بافت، اثر معنی‌داری دارد، ولی اثر متقابل این دو فاکتور روی بافت نمونه‌ها معنی‌دار نبود($p<0/05$). نتایج این بخش نشان داد که با افزایش میزان پایدارکننده‌ها، نمرات بافت افزایش می‌یابد، ولی این افزایش بین سطح اول و دوم معنی‌دار نبود؛ اما افزایش بین سطح اول و دوم با سطح سوم، معنی‌دار گزارش شد($p<0/05$).

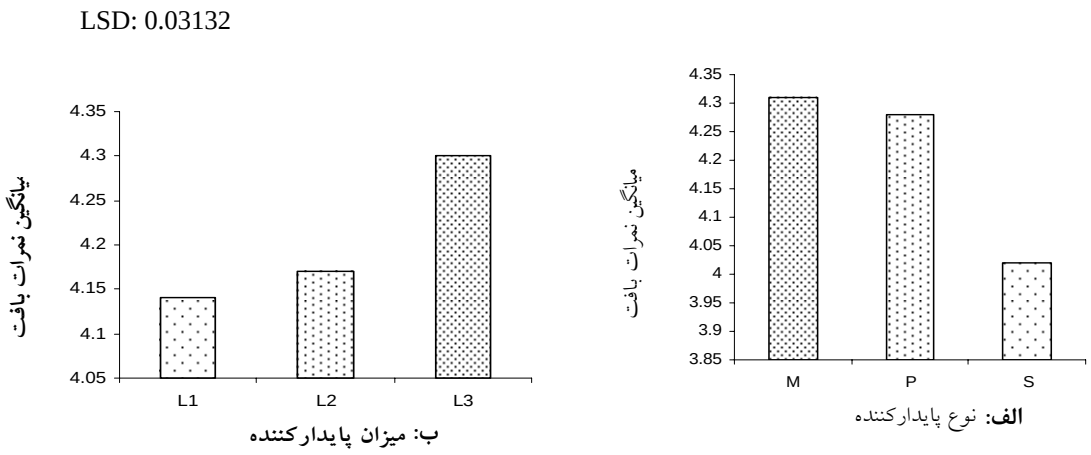
تغییر نوع پایدارکننده بر میزان نمرات بافت، اثر معنی‌داری داشت، به طوری که بیشترین نمره بافت را نمونه‌های حاوی مخلوط پایدارکننده/ امولسیفایر کسب کردند و نمرات نمونه‌های حاوی پانیسول ex نیز به طور معنی‌داری بیشتر از کربوکسی متیل سلولز بود($p<0/05$). نمرات مربوط به احساس دهانی در جدول ۲ نشان داده شده است. تجزیه واریانس نشان داد که احساس دهانی نمونه‌های آزمایشی ($p<0/05$) اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۴).

جدول ۲- تأثیر نوع و میزان پایدارکننده‌ها بر خواص حسی نمونه‌های ماست منجمد

نوع پایدارکننده*	میزان پایدارکننده**	میانگین نمرات طعم	میانگین نمرات بافت	میانگین نمرات احساس دهانی
M	-	۴/۳۵[a]	۴/۳۱[a]	۴/۰۳۳[a]
P	-	۴/۳۲[a]	۴/۲۸[b]	۴/۰۳۱[a]
S	-	۴/۳۳[a]	۴/۰۲[c]	۴/۰۳۰[a]
-	L1	۴/۳۳[a]	۴/۱۴[b]	۴/۰۲۹[a]
-	L2	۴/۳۳[a]	۴/۱۷[b]	۴/۰۳۰[a]
-	L3	۴/۳۴[a]	۴/۳۰[a]	۴/۰۳۴[a]

*M: مخلوط پایدارکننده/ امولسیفایر ، P: پانیسول ex ، S: کربوکسی متیل سلولز

**L1: ۰/۱۴۴ درصد ، L2: ۰/۱۹۸ درصد ، L3: ۰/۲۵۴ درصد



شکل۴- تأثیر نوع پایدارکننده‌ها (الف) و میزان پایدارکننده‌ها (ب) بر بافت نمونه‌های ماست منجمد

• بحث

به دلیل حضور ترکیبات مغذی فراوان، ماست یک غذای بسیار عالی به شمار می‌رود که به آسانی هضم می‌شود، از فعالیت بیولوژیکی بالایی برخوردار است و این قابلیت را دارد که برای درمان برخی بیماری‌ها از آن استفاده شود. امروزه، مصرف بستنی و فراورده‌های منجمد به شدت در حال افزایش است و محصولات متنوعی هر ساله به بازار عرضه می‌شود. اخیراً مصرف‌کنندگان توجه خاصی به فراورده‌ها و دسرهای منجمد کم‌چرب و کم‌شکر پیدا کرده‌اند. زیرا این محصولات خطر چاقی، بیماری‌های قلبی و دیابت را در مصرف‌کنندگان کاهش می‌دهند. از طرف دیگر، مصرف‌کنندگان از پذیرش محصولاتی با خصوصیات بافتی و طعم متفاوت از مواد مرسوم، ناراضی هستند. در نتیجه، تولید یک دسر منجمد کم‌چرب و با کیفیت عالی در صنعت مواد غذایی یک چالش به شمار می‌رود. در این پژوهش، ماست منجمد به شکل موفقیت‌آمیزی از ماست چکیده تهیه شد و برای یافتن مناسب‌ترین پایدارکننده برای تولید و کاربرد آن در پژوهش‌های آتی، از سه نوع پایدارکننده استفاده شد.

اسیدیته مخلوط بستنی به میزان MSNF (Milk Solid non Fat) آن بستگی دارد. اگر فراورده لبنی مصرفی در تولید بستنی کیفیت مطلوبی داشته باشد، اسیدیته مخلوط نیز طبیعی خواهد بود(۵). از آنجا که مواد جامد کل در مخلوط‌های ماست منجمد تفاوت معنی‌داری با

یکدیگر نداشتند، MSNF نمونه‌ها که می‌تواند اسیدیته را تحت تأثیر قرار دهد، در کلیه نمونه‌ها مشابه بود. بنابراین، انتظار می‌رود که اسیدیته مخلوط‌ها نیز با هم تفاوت معنی‌داری نداشته باشند. *Baer* و همکاران (۱۹۹۷) هم نشان دادند که نوع و میزان امولسیفایر تأثیری بر pH و اسیدیته قابل تیتراسیون بستنی ندارد(۸).

افزایش چربی و پروتئین‌های شیر باعث افزایش ویسکوزیته می‌شود، ولی از آنجا که این ترکیبات در همه نمونه‌ها ثابت بودند، افزایش ویسکوزیته منحصراً به دلیل تفاوت در نوع و میزان پایدارکننده بود. بنابراین، مسلم است که با افزایش میزان پایدارکننده، ویسکوزیته مخلوط نیز افزایش یابد (۹-۷). با اینکه درباره ویسکوزیته مخلوط بستنی و علل و عوامل مؤثر بر آن، پژوهش‌های فراوانی صورت گرفته است، اما پاسخ نهایی و قطعی برای این سؤال که در مخلوط بستنی چه مقدار ویسکوزیته مطلوب است، وجود ندارد(۱۴).

افزایش حجم بستنی به دلیل ورود هوا در مخلوط است. از آنجا که افزایش حجم مستقیماً به میزان هوای ورودی به بافت بستگی دارد، یکی از ویژگی‌های بسیار مهم در بستنی به شمار می‌رود و مستلزم رعایت استانداردهای خاصی است. زیرا افزایش حجم زیاد باعث ایجاد یک بافت پفی در محصول می‌شود و ورود مقادیر کم هوا نیز باعث ایجاد بافتی سنگین و خیس خواهد شد(۱۰، ۸). از آنجا که بین افزایش حجم و ویسکوزیته روابطی وجود دارد(۱۴) و از طرفی میزان و نوع پایدارکننده‌ها در این پژوهش اثر معنی‌داری بر ویسکوزیته داشتند. به نظر می‌رسد که بتوان تغییرات حجم را با مکانیسم‌هایی که باعث تغییر ویسکوزیته شده‌اند، مرتبط دانست. در هر سه نوع پایدارکننده، با افزایش میزان پایدارکننده و به دنبال آن، افزایش ویسکوزیته، افزایش حجم نیز بهبود می‌یابد. ولی افزایش بیش از حد ویسکوزیته، اثر منفی بر افزایش حجم داشته و باعث کاهش آن می‌شود. به همین دلیل، افزایش حجم مشاهده شده در نمونه‌های حاوی کربوکسی متیل سلولز، از سایر پایدارکننده‌ها کمتر بود و این کاهش در($p<۰/۰۵$) معنی‌دار بود. به نظر می‌رسد که در اثر ویسکوزیته بیش از حد در حین فرایند هم‌زدن و انجماد، هوا نتوانسته به طور مناسب وارد بافت شود و از توزیع مناسب هوا جلوگیری شده و در نتیجه، افزایش حجم کمتر شده است(۱۴).

کاهش معنی‌دار افزایش حجم در نمونه‌های حاوی کربوکسی متیل سلولز را می‌توان به عدم حضور امولسیفایرها در سیستم نیز مربوط دانست. زیرا امولسیفایرها سطح قطرات چربی شیر را پوشش می‌دهند و موجب افزایش توانایی پروتئین‌ها برای قرار گرفتن روی سطح حباب‌های هوا در بستنی می‌شوند. نتیجه این عمل، بهبود قابلیت احتباس هوا، بافت و ساختمان نرم‌تر، ظاهر خشک‌تر و ذوب شدن آرام است(۹). ذکر این نکته هم ضروری است که مسلماً فریزرهای بچ توانایی ورود مقادیر کافی هوا به داخل بافت را ندارند و در صورت استفاده از فریزرهای مداوم و پیشرفته قطعاً میزان افزایش حجم نمونه‌ها با آنچه در اینجا آورده شده، تفاوت خواهد داشت.

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 که در حین انجماد شکل گرفته است، اشاره کرد. *Sakurai* و همکاران (۱۹۹۶) نشان دادند که بستنی‌هایی با افزایش حجم بالا به آرامی شروع به ذوب می‌کنند و مقاومت به ذوب خوبی دارند (۱۵). این مقاومت بالا احتمالاً به دلیل سرعت کم انتقال حرارت به دلیل وجود حجم زیاد هوا و مسیر طولانی و پر پیچ و خمی است که مخلوط ذوب شده باید از آن عبور کند(۱۳). در حالی که انواع دارای افزایش حجم کم، سریع‌تر ذوب می‌شوند(۱۶). از آنجاکه یکی از اثرات استفاده از مقادیر مناسب امولسیفایرها در مخلوط بستنی، افزایش مقاومت به ذوب است، کاهش معنی‌دار مقاومت به ذوب در نمونه‌های حاوی کربوکسی متیل سلولز را می‌توان به عدم حضور امولسیفایرها در این سیستم مربوط دانست(شکل۳).

در رابطه با پانیسول ex و مخلوط پایدارکننده/ امولسیفایر می‌توان این‌گونه استدلال کرد که به هر حال پانیسول ex یک مخلوط تجاری است و ما از فرمولاسیون دقیق آن بی‌اطلاع هستیم. مسلماً پودرهای تجاری به گونه‌ای تهیه می‌شوند که خواسته‌های مورد نیاز تولیدکننده را به بهترین شکل ممکن تأمین کنند و برای برآورده شدن این نیاز ممکن است از ترکیبات خاصی استفاده کنند که فقط شرکت تولیدکننده محصول از نوع و میزان آنها اطلاع دارد. ولی مخلوط پایدارکننده/ امولسیفایری که در این پژوهش بر اساس یکی از منابع تهیه شد، شامل ترکیبات مشخص و معینی است که استفاده از آنها در مراجع برای تولید ماست منجمد پیشنهاد شده است و از ترکیب دیگری که خواص اجزای این مخلوط را در کنار هم بهبود ببخشد، استفاده نشد. به هر حال، نتایج نشان دادند که استفاده از این مخلوط

خواص فیزیکی، از جمله مقاومت به ذوب را در مقایسه با کربوکسی متیل سلولز به شکل معنی‌داری بهبود می‌بخشد.

در مجموع، با توجه به نتایج حاصل از آزمون‌های فیزیکی شیمیایی و حسی به دست آمده، استفاده از همه سطوح پایدارکننده کربوکسی متیل سلولز برای تولید ماست منجمد، نامطلوب ارزیابی می‌شود. از آنجا که کربوکسی‌متیل‌سلولز، ویسکوزیته مخلوط را بسیار زیاد افزایش می‌دهد، ورود هوا به بافت محصول، بسیار مشکل بوده و در نتیجه، حجم‌افزایی مطلوب حاصل نمی‌شود. استفاده از سطوح سوم مخلوط پایدارکننده/ امولسیفایر و یا پانیسول ex برای تولید این محصول پیشنهاد می‌شود. از آنجا که سطوح سوم این ترکیبات خصوصیات نسبتاً مشابهی دارند، استفاده از آنها انتخابی است و به فاکتوری بستگی دارد که مهم‌تر از بقیه است. می‌توان سطح سوم هر یک از این دو ترکیب را برای تولید ماست منجمد انتخاب کرد. همان طور که در مقدمه نیز اشاره شد، خواص سلامتی‌زایی این محصول بسیار مطلوب است. به دلیل بهبود بافت و در نتیجه، پذیرش بیشتر فرآورده توسط مصرف‌کنندگان در افزایش مصرف این محصول ضروری به نظر می‌رسد. لازم به ذکر است که با توجه به اعداد حاصل از ارزیابی حسی مشخص شد که حضور اسید حاصل از ماست در کنار شکر و خامه مورد استفاده در فرمولاسیون باعث می‌شود تا شیرینی مطلوبی در محصول ایجاد شود که توسط داوران، بسیار مطلوب و خوشایند گزارش شد. اغلب داوران، طعم خاص و منحصر به فرد این محصول را مطلوب ارزیابی کردند.

• References

1. Avizienis A. Frozen yogurt, how products are made 1994. Available from: http://www. madehow.com/ Volume -2/Frozen-Yogurt.html
2. Guinard, JX, Liitle, C, Marty, C, Palchakz, TR. Effect of sugar and acid on the acceptability of frozen yogurt to a student population. J Dairy Sci 1994; 77:1232-38.
3. Igoe, Robert S. Compositions for stabilizing soft serve and hard frozen yogurt. US Patent. 4178390. 12/11/1979.
4. President of the Hollingsworth Group. Frozen desserts: formulating, Manufacturing and marketing. Food Tech 2003; 75(5): 26-45.
5. Marshal R, Arbuckle WS, Ice Cream, translator: Yadolah Tarkashvand, first edition, Tehran, Ata publication; 2004, [in Persian].
6. Flores AA, Goff HD. Recrystallization in ice Cream after constant and cycling temperature storage conditions as affected by stabilizers. J Dairy Sci 1999; 82: 1408–15.
7. Goff, H. Douglas. Ice Cream Ingredients. Dairy Science and Technology. Available from: http:// www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/icingr.html, Accessed 1995.
8. Baer RJ, Wolkow MD, Kasperson KM. Effect of emulsifiers on the body and texture of low fat ice cream . J Dairy Sci 1997; 80: 3123–32.
9. Torabizade H. Food emulsion and emulsifiers, Tehran: Aeeizh publication. 2001. [in Persian].
10. Baer RJ, Krishnaswamy N, Kasperson KM. effect of emulsifiers and food gum on nonfat ice cream. J Dairy Sci 1999; 82: 1416–24 .
11. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Determination of fat (Gerber method), ISIRI no 384, 2nd revision, 1992, [in Persian].
12. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Ice cream-Specifications and test methods, ISIRI no 2450, 5th revision, 2007, [in Persian].
13. Muse MR, Hartel RW. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. J Dairy Sci 2004; 87: 1–10.
14. Gohari Ardabili A. Effect of data syrup as a substitute for sugar on the physicochemical and sensory properties of soft ice cream. Iranian Food Sci Tech Res J 2oo5; 1(2): 23-31 [in Persian].
15. Sakurai K, Kokubo S, Hakamata K, Tomita M, Yoshida S. Yoshida. Effect of production conditions on ice cream melting resistance and hardness. Milchwissenschaft 1996; 51(8):451–454.
16. Sofjan RP, Hartel RW. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. Internal Dairy J 2004; 14(3): 255-262.