اثرات ترکیب‌های دما–زمانی متفاوت پاستوریزاسیون بر عمر ماندگاری خامه کم‌چرب

زهره فرهادی رودباری [۱]، سیمین اسداللهی [۲*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین-پیشوا، ورامین

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین-پیشوا، ورامین

(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۰٤ تاریخ پذیرش: ۹٦/۰۹/۲٤)

چکیده

هدف از انجام این پژوهش، امکان‌سنجی افزایش عمر ماندگاری خامه کم‌چرب (۲۵ درصد) از طریق دست‌یابی به یک ترکیب دما-زمانی جدید برای پاستوریزاسیون بود. برای این منظور، نمونه‌های خامه کم‌چرب در دماها (۸۰، ۸۵ و ۹۰ درجه سلیسوس) و زمان‌های مختلف (۱۵، ۲۰ و ۲۵ دقیقه) پاستوریزه شدند و ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی (pH، اسیدیته و ویسکوزیته) و میکروبی (شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها و شمارش سرمادوست‌ها) نمونه‌ها در مقاطع مختلف دوره ماندگاری (روز ۱، ٤، ۷، ۱۰، ۱۳، ۱٦ و ۱۹) در مقایسه با نمونه کنترل (دمای ۷۵ درجه سلیوس، زمان ۳۰ دقیقه) مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌های این پژوهش نشان داد که با افزایش زمان ماندگاری، بار میکروبی نمونه‌های مختلف خامه افزایش یافت و همین امر باعث کاهش pH و افزایش اسیدیته گردید. نمونه‌های پاستوریزه شده تحت تیمارهای حرارتی شدیدتر، از بار میکروبی اولیه کمتری برخوردار بودند و همین امر موجب نوسان کمتر pH و اسیدیته آنها طی دوره ماندگاری شد. پاستوریزاسیون تحت تیمارهای حرارتی شدیدتر و همچنین افزایش زمان انبارمانی، هر دو باعث افزایش ویسکوزیته نمونه‌های خامه کم-چرب شدند. رفتار جریانی همه نمونه‌های خامه، یک رفتار رقیق‌شونده با برش بود که با افزایش شدت تیمار حرارتی، تقویت شد. در بین نمونه‌های مختلف، خامه پاستوریزه شده در دمای ۹۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۵ دقیقه، از عمر ماندگاری طولانی‌تری نسبت سایر نمونه‌ها برخوردار بود.

کلید واژگان: خامه کم‌چرب؛ پاستوریزاسیون حرارتی؛ کیفیت میکروبی؛ عمر ماندگاری

[*] مسئول مکاتبات: s_asadolahi@yahoo.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-18]

۱- مقدمه

شیر و فرآورده‌های حاصل از آن به عنوان منابعی سرشار از مواد مغذی، محیط مناسبی برای رشد و تکثیر انواع میکروارگانیسم‌ها به شمار می‌آیند. رشد میکروارگانیسم‌های مختلف در محصولات لبنی، نه تنها سلامت مصرف‌کنندگان را ممکن است در معرض تهدید قرار دهد، بلکه در نتیجه تولید متابولیت‌های مختلف، سبب کاهش کیفیت ارگانولپتیک نیز می‌گردد. بر این اساس، تیمار حرارتی به منظور نابودی میکرارگانیسم‌ها عامل فساد و بیماری، یکی از اجزای جدائی‌ناپذیر فرآیند تولید شیر و فرآورده‌های لبنی می‌باشد [۱]. پاستوریزاسیون متداول‌ترین تیمار حرارتی مورد استفاده در صنعت غذا و از جمله صنایع لبنی می‌باشد. پاستوریزاسیون یک فرآیند حرارتی معتدل به شمار می‌آید که طی آن میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و بخش عمده‌ای از انواع عامل فساد از بین می‌روند [۲]. از آنجائی‌که تیمار حرارتی پاستوریزاسیون قادر به نابودی تمامی میکروارگانیسم‌های عامل فساد نمی‌باشد، محصولات پاستوریزه شده به ویژه لبنیات معمولاً پس از مدت کوتاهی دچار فساد می‌شوند. این پدیده، برای سال‌ها یکی از چالش‌های جدی صنایع غذایی در جلب رضایت مصرف‌کنندگان بوده است. توسعه دیگر روش‌های تیمار حرارتی مانند استریلیزاسیون و تیمار فرادما (UHT)، امکان چیرگی بر این چالش را فراهم نموده است. در این تیمارها، به دلیل شدت فرآیند حرارتی، تقریباً تمامی میکرارگانیسم‌های موجود در محصول غذایی از بین می‌روند و از این رو، عمر ماندگاری محصول تیمار شده با این روش‌ها نسبت به محصول پاستوریزه شده، به مراتب طولانی‌تر است. با این حال، حرارت بالا در عین حال که فساد محصول غذایی را به شدت به تاخیر می‌اندازد، ویژگی‌های فیزیکی محصول و در پی آن، میزان پذیرش مصرف‌کنندگان را نیز ممکن است تحت تاثیر قرار دهد [۳]. اسمیت و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که نمونه‌های خامه تیمار شده به روش فرادما (UHT) دارای اندیس الاستیسیته بالاتر ('G) و همچنین ضریب افزایش حجم (اوران) کمتری نسبت به نمونه‌های تیمارشده بوسیله پاستوریزاسیون سریع (HTSH) بود [٤]. به علاوه، تیمار حرارتی شدید، باعث تخریب حرارتی برخی از اجزای مغذی شیر همچون ویتامین‌های حساس به حرارت می‌شود و این پدیده، در مقایسه با تیمار حرارتی نسبتاً ملایمی همچون پاستوریزاسیون به مراتب بیشتر است [۱]. بر این اساس، دستیابی به یک ترکیب دما-زمانی جدید برای پاستوریزاسیون به گونه‌ای که عمر ماندگاری محصول غذایی نسبت به محصول پاستوریزه شده در دمای معمول، افزایش یافته و از طرفی ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی آن نیز دستخوش کمترین تغییر شده باشد، ضرروی به نظر می‌رسد.

خامه یکی از پرمصرف‌ترین محصولات لبنی به شمار می‌آید. در گذشته، مصرف خامه بیشتر محدود به استفاده در فرمولاسیون کیک‌ها و دسرها بود حال آنکه امروز، خامه یکی از اجزای اصلی صبحانه بسیاری از افراد و از جمله ایرانیان را تشکیل می‌دهد. ارتقا موقعیت خامه از یک محصول لوکس به یکی از اجزای اصلی سبد غذایی بسیاری از مصرف‌کنندگان، لزوم توجه به عمر ماندگاری این فرآورده را پررنگ‌تر کرده است [۱]. خامه پاستوریزه عمر ماندگاری کوتاهی دارد که چندان به مذاق مصرف‌کنندگان خوش نمی‌آید. همان‌طور که عنوان شد، خامه‌های استریلیزه یا UHT نیز ممکن است از ویژگی‌های فیزیکی مورد انتظار از یک خامه پاستوریزه برخوردار نباشند. بر این اساس، دستیابی به یک ترکیب دما-زمانی جدید برای پاستوریزاسیون خامه، به گونه‌ای که عمر ماندگاری آن طولانی‌تر شده و در عین حال، ویژگی‌های فیزیکی آن نیز دستخوش تغییر چندانی نشود، ضرورتی جدی به حساب می‌آید. برای نیل به این مهم، در پژوهش جاری، خامه کم‌چرب در دماها و زمان‌های مختلفی پاستوریزه شد و تغییرات ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و میکروبی آن در مقاطع مختلف دوره ماندگاری در مقایسه با نمونه کنترل (پاستوریزه شده در شرایط دما-زمانی معمول پاستوریزاسیون) مورد ارزیابی قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

مواد اولیه مورد نیاز برای تولید نمونه‌های خامه شامل شیر پس‌چرخ و خامه ۳۰٪ چربی توسط کارخانه پگاه (تهران، ایران) فراهم شد. تولید و تهیه نمونه‌ها در این واحد تولیدی انجام شد. هیدروکسید سدیم، معرف فنول فتالئین و همچنین محیط

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-18]

کشت پلیت کانت آگار (PCA)، از شرکت مرک خریداری شدند (دارمستادت[1]، آلمان).

۲-۲-روش‌ها

۲-۲-۱- آماده‌سازی نمونه

برای تهیه نمونه‌های خامه کم‌چرب، نسبت محاسبه شده‌ای از شیر پس‌چرخ (۰/۲٪ چربی) با خامه ۳۵٪ چربی مخلوط شد به گونه‌ای که محتوای چربی محصول نهایی، ۲۵٪ باشد. مخلوط-های حاصل هموژنیزه شده و سپس با استفاده از یک حمام آب گرم در دما و زمان‌های مختلف که بوسیله طرح آماری تعریف شده بود (جدول ۱)، پاستوریزه شدند. لازم به ذکر است که طی پاستوریزاسیون، نمونه‌ها به طور مداوم همزده شدند. بعد از پاستوریزاسیون، دمای خامه به ۶۰-۷۰ درجه سلسیوس رسید و در آن دما، خامه در ظروف ۳۰ گرمی به شیوه پرکردن داغ[2] بسته‌بندی شد [۵]. سپس نمونه‌ها به سردخانه با دمای ٤ درجه سلسیوس منتقل شدند [۵] و در مقاطع زمانی مختلف مورد ارزیابی فیزیکی‌شیمیایی و میکروبی قرار گرفتند.

Table 1 Different time-temperature conditions for pasteurization of low-fat cream

Treatment	Temperature (°C)	Time (min)
Control	75	30
1	80	15
2	80	20
3	80	25
4	85	15
5	85	20
6	85	25
7	90	15
8	90	20
9	90	25

۲-۲-۲- اندازه‌گیری pH

اندازه‌گیری pH با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتال (مدل۸۲۷، متراهم[3] ساخت سوئیس) انجام گرفت. ابتدا دستگاه کالیبره گردید. برای اندازه‌گیری pH خامه، الکترود pH متر در ۵ نقطه مختلف از آن قرار داده شد. از این ۵ نقطه میانگین گرفته شد و به عنوان pH خامه گزارش شد. برای نمونه‌های بعدی، الکترود را با آب مقطر شسته و با پنبه خشک کرده و سپس درون نمونه بعدی قرار داده و pH قرائت گردید.

۲-۲-۳-اندازه‌گیری اسیدیته

اسیدیته نمونه‌های خامه با پیروی از دستورالعمل استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ اندازه‌گیری شد. نخست، ۱۰گرم از نمونه خامه به خوبی همگن شده، سپس با آب مقطر درون یک بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتر به حجم رسید. چند قطره معرف فنل فتالئین به آن اضافه و با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به رنگ صورتی پایدار تیتر گردید. میزان اسیدیته بر حسب درصد اسیدلاکتیک در میلی‌لیتر خامه و از رابطه زیر محاسبه شد.

$$\text{اسیدیته} = \frac{N \times 0.009 \times 100}{V}$$

که در آن، N مقدار سود مصرف شده به میلی‌لیتر و V وزن نمونه می‌باشد [٦].

۲-٤-۲- رفتار جریانی و ویسکوزیته ظاهری

به منظور بررسی رفتار جریانی خامه کم‌چرب، نمونه‌ها با استفاده از یک گرانروی‌سنج چرخشی (مدل DV- II+ pro، ابزارهای آزمایشگاهی مهندسی بروکفیلد، میدلبرو، ایالات متحده) مجهز به سیرکولاتور حرارتی، از آهنگ ۱ تا ۱۰۰ بر ثانیه تحت برش قرار گرفته و تنش‌های برشی مربوطه، در ۲۹ مقطع زمانی مختلف ثبت شدند. نمایه‌های قوام و جریان با برازیدن داده‌های تجربی بر مدل اوستوالد دویل[4] یا همان مدل قانون توان[5] (معادله ۱) به دست آمدند:

$$\sigma = K\dot{\gamma}^{n} \qquad \text{معادله (۱)}$$

در این معادله، σ بیانگر تنش برشی (pa)، K اندیس قوام ($pa.s^n$)، $\dot{\gamma}$ نرخ برشی (s^{-1}) و n اندیس جریان می‌باشد. ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های خامه در نرخ برش ۷۵ (بر ثانیه) گزارش شد [۷].

۲-۲-۵- ارزیابی کیفیت میکروبی

کیفیت میکروبی نمونه‌های مختلف خامه طی دوره ماندگاری از نقطه نظر شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها و شمار میکروارگانیسم‌های سرمادوست مورد بررسی قرار گرفت. شمارش کلی میکروارگانیسم ها در دمای ۳۰ درجه سلسیوس با روش استاندارد به شماره ٥٤٨٤ تعیین گردید [۸]. شمار میکروارگانیسم‌های سرمادوست با روش استاندارد شماره ۲٦۲۹ تعیین گردید [۹].

1. Darmstadt
2. Hot filling
3. Metrohm
4. Ostwald de Waele model
5. Power-law model

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-18]

۲-۲-٦- تحلیل آماری

از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی استفاده شد. همه آزمون‌ها در سه تکرار انجام و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آنالیز واریانس (ANOVA) و آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ صورت پذیرفت. تفاوت آماری تیمارهای مختلف خامه با نمونه کنترل از نقطه نظر ویژگی‌های مختلف فیزیکی‌شیمیایی با استفاده از آزمون دانت مورد بررسی قرار گرفت

۳- نتایج و بحث

۳-۱-کیفیت میکروبی

همان‌طور که انتظار می‌رفت و در شکل‌های ۱ و ۲ هم مشاهده می‌شود، افزایش زمان ماندگاری نمونه‌های مختلف خامه کم-چرب با افزایش قابل ملاحظه شمار کلی میکروارگانیسم‌ها و شمار میکروارگانیسم‌های سرمادوست همراه بود. بر اساس نتایج، در روز نخست تولید، شمار کلی میکروارگانیسم‌ها در همه نمونه‌ها به جز تیمار ۸۰ درجه سلسیوس، ۱۵ دقیقه و شمار میکروارگانیسم‌های سرمادوست در همه نمونه‌ها به استثنای نمونه‌های حرارت دیده در دمای ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ و ۲۵ دقیقه و نمونه پاستوریزه شده در دمای ۸۵ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه، در محدوده مجاز برای خامه کم‌چرب قرار داشتند. تعداد مجاز شمار کلی میکروارگانیسم‌ها و شمار میکروارگانیسم‌های سرمادوست در خامه کم‌چرب در روز نخست تولید به ترتیب ۱۰۰۰ و ۵۰ کلنی در میلی‌لیتر نمونه می‌باشد. لازم به ذکر است که تعداد ۱۲۰ کلنی میکروارگانیسم سرمادوست و ۲۲۰۰ کلنی کل میکروارگانیسم‌ها در میلی‌لیتر نمونه، به عنوان سرحد انقضای خامه کم‌چرب در نظر گرفته می‌شود بدین معنی که خامه حاوی کلنی‌هایی بیش از موارد ذکر شده، منقضی بوده و قابل مصرف نمی‌باشد. بر پایه این استانداردها، نتایج نشان‌دهنده تاثیر قابل ملاحظه دما و زمان فرآیند پاستوریزاسیون بر تاریخ انقضای خامه کم‌چرب می‌باشد. با استناد به محدوده مشخص شده برای شمار کلی میکروارگانیسم‌ها، می‌توان عنوان داشت که بازه زمانی مجاز مصرف نمونه کنترل و نمونه‌های ۸۰ درجه سلسیوس، ۲۰ دقیقه و ۸۵ درجه سلسیوس، ۱۵ دقیقه هفت روز، نمونه ۸۰ درجه سلسیوس، ۱۵ دقیقه تنها چهار روز، نمونه ۸۰ درجه سلسیوس، ۲۵ دقیقه، ۸۵ درجه سلسیوس، ۲۰ دقیقه و ۹۰ درجه سلسیوس، ۱۵ دقیقه ده روز، برای نمونه ۸۵ درجه سلسیوس، ۲۵ دقیقه، ۹۰ درجه سلسیوس، ۲۰ دقیقه سیزده روز و برای نمونه ۹۰ درجه سلسیوس، ۲۵ دقیقه، ١٦ روز بود. زمان مجاز مصرف تیمارهای مختلف خامه، بر اساس شمار میکروارگانیسم‌های سرمادوست نیز تقریباً به همین صورت بود با این حال، تفاوت‌هایی نیز دیده شد؛ از جمله اینکه، زمان مجاز مصرف تیمار ۸۵ درجه سلسیوس، ۲۵ دقیقه بر اساس شمار سرمادوست‌ها، ده روز بود حال آنکه این زمان، با استناد به شمار کلی میکروارگانیسم‌ها ۱۳روز بود. در مورد تیمار ۸۵ درجه سلسیوس، ۱۵ دقیقه نیز، عدم مطابقت بین زمان مجاز مصرف محصول بر اساس شمار کلی و شمار سرمادوست‌ها مشاهده شد.

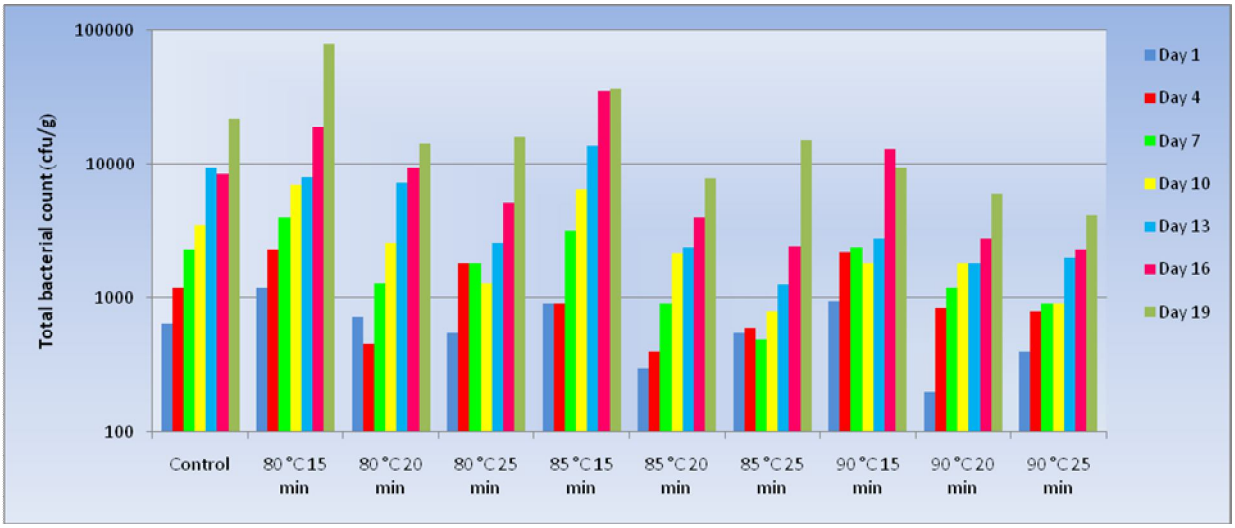

Fig 1 Changes in total bacterial count of low-fat cream pasturized at different time-temperature conditions during storage

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-18]

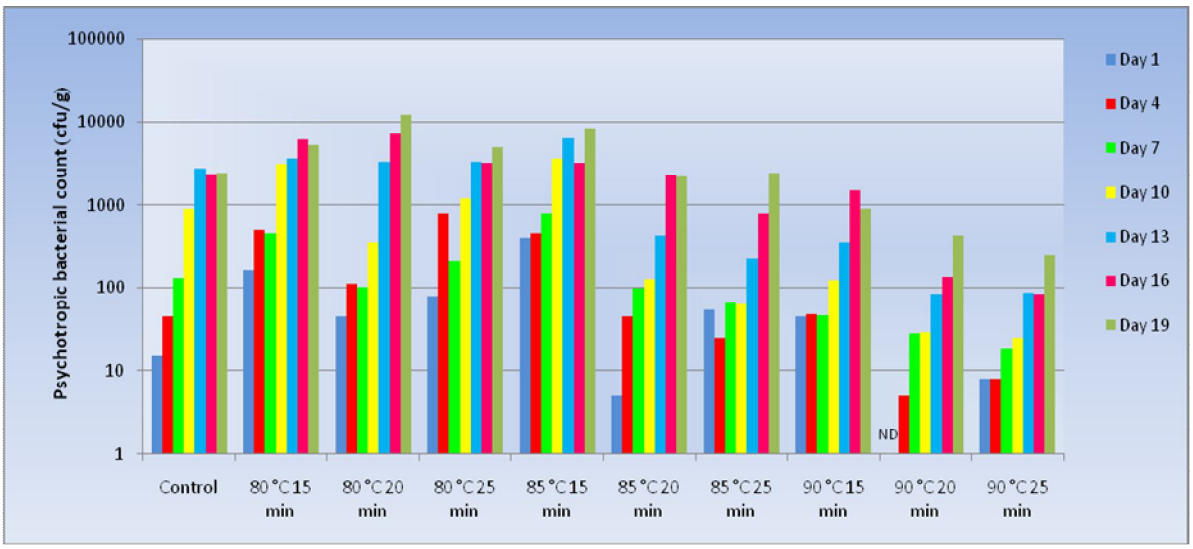

Fig 2 Changes in psychotropic bacterial count of low-fat cream pasturized at different time-temperature conditions during storage

۳-۲- ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی

۳-۲-۱- pH و اسیدیته

یافته‌های حاصل از بررسی تغییرات pH و اسیدیته نمونه‌های خامه پاستوریزه شده در ترکیب‌های دما-زمانی مختلف طی دوره ماندگاری، در شکل ۳ و ٤ ارائه شده است. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، تغییرات pH همه نمونه‌های مورد بررسی، از یک روند کاهشی پیروی کرده است. با این‌حال، از نقطه نظر شدت این کاهش‌ها، تفاوت‌هایی بین تیمارهایی مختلف وجود دارد. به عنوان مثال، در حالی‌که روند کاهشی pH نمونه کنترل از مقطع سوم دوره ماندگاری به بعد، از نظر آماری معنی‌دار بود ($p<$ ۰/۰۵)، در مورد نمونه‌هایی مثل خامه پاستوریزه‌شده در دمای ۸۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۰ و ۲۵ دقیقه و همچنین نمونه حرارت دیده در دمای ۹۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۵ دقیقه، تنها در دو مقطع انتهایی دوره ماندگاری، این کاهش معنی‌دار بود ($p<$ ۰/۰۵). روند تغییرات pH سایر تیمارها نیز تقریبا از روندی مشابه با روند تغییرات نمونه کنترل پیروی کرد. با این حال، تفاوت‌هایی نیز بین آنها مشاهده گردید. در این ارتباط، به جز تیمار ۸۰ درجه سلسیوس، ۱۵دقیقه که روند تغییرات pH آن تقریباً با نمونه کنترل یکسان بود، در مورد سایر تیمارها، روند کاهش pH کمی آهسته‌تر از نمونه کنترل بود. شاهد این مدعا، نتایج آماری بررسی تفاوت pH نمونه کنترل با سایر تیمارها در مقاطع یکسان دوره ماندگاری می‌باشد. همانطور که در شکل هم نشان داده شده است (شکل ۳)، pH تیمار ۸۰ درجه سلسیوس، ۲۰ دقیقه در مقاطع چهارم، ششم و هفتم، pH تیمار ۸۰ درجه سلسیوس، ۲۵ دقیقه در مقاطع پنجم، ششم و هفتم و pH تیمار ۸۵ درجه سلسیوس، ۱۵ دقیقه در مقطع ششم و هفتم به طور معنی‌داری بالاتر از pH نمونه کنترل بود که نشان‌دهنده کاهش آهسته‌تر pH این نمونه‌ها می‌باشد. لازم به ذکر است که pH سایر تیمارها، به جز سه مقطع نخست، در تمامی مقاطع به گونه معنی‌داری از نمونه کنترل بیشتر بود ($p<$ ۰/۰۵).

در مورد تغییرات اسیدیته طی دوره ماندگاری، روند مشاهده شده برای تمامی نمونه‌ها یک روند افزایشی بود (شکل ٤). با این حال، معنی‌دار بودن یا نبودن تغییرات این پارامتر طی دوره ماندگاری، تقریباً برای تمامی نمونه‌ها از الگویی مشابه با تغییرات pH آنها پیروی کرد. این شباهت‌ها در مورد معنی‌داری تفاوت اسیدیته تیمارهای مختلف با نمونه کنترل در مقاطع یکسان دوره ماندگاری نیز مشاهده شد.

به نظر می‌رسد که باید علت کاهش pH و افزایش اسیدیته خامه کم‌چرب طی دوره ماندگاری و تفاوت بین تیمارهای مختلف از این نقطه نظر را، در تغییرات بار میکروبی آنها طی دوره ماندگاری جستجو کرد. بر اساس نتایج میکروبی، شمار میکروارگانیسم‌های سرمادوست و همچنین شمار کلی میکروارگانیسم‌های خامه به موازات طولانی شدن دوره ماندگاری، افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان دادند. به طور کلی گفته می‌شود که بیشترِ میکروارگانیسم‌های سرمادوست قادر به تخمیر لاکتوز و تولید اسیدلاکتیک- به عنوان یکی از عوامل اصلی کاهش pH- نیستند [۱]. از این رو، معمولاً کاهش pH محصولات لبنی و از جمله خامه طی دوره ماندگاری را به فعالیت باکتری‌های اسیدلاکتیک که از فرآیند پاستوریزاسیون زنده می‌مانند و یا آنهایی که در اثر آلودگی ثانویه به محصول راه یافته‌اند نسبت می‌دهند [۱].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-18]

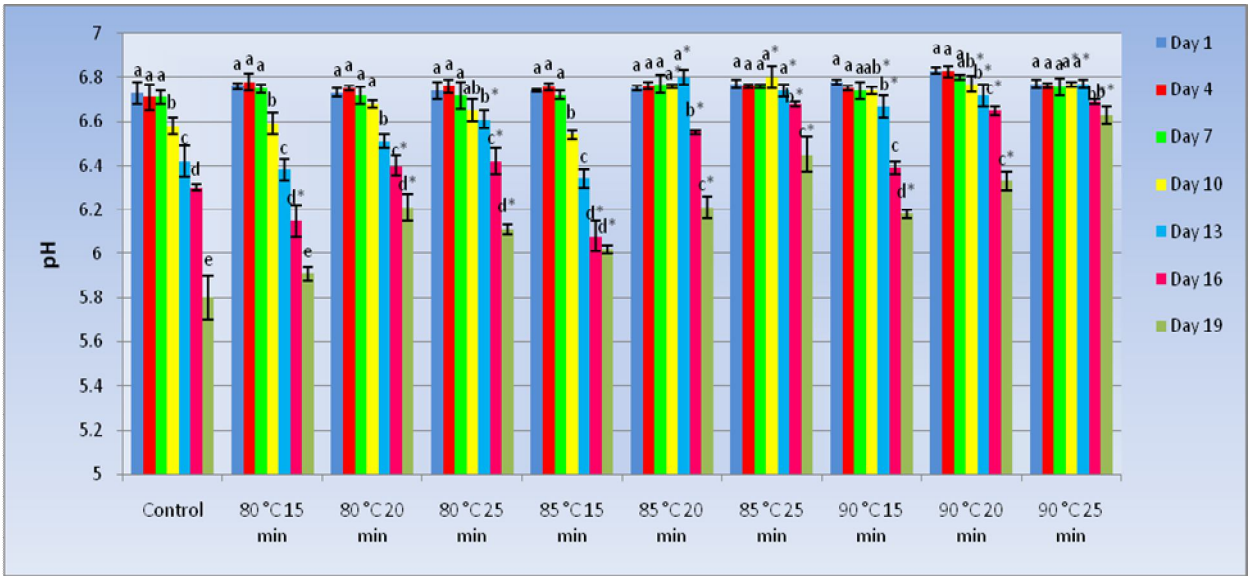

Fig 3 Changes in pH of low-fat cream pasturized at different time-temperature conditions during storage. Different lowercase letters stand for significant changes of a treatment during storage ($p < 0.05$). Asterisk indicates significant differences from the control sample at the same time intervals

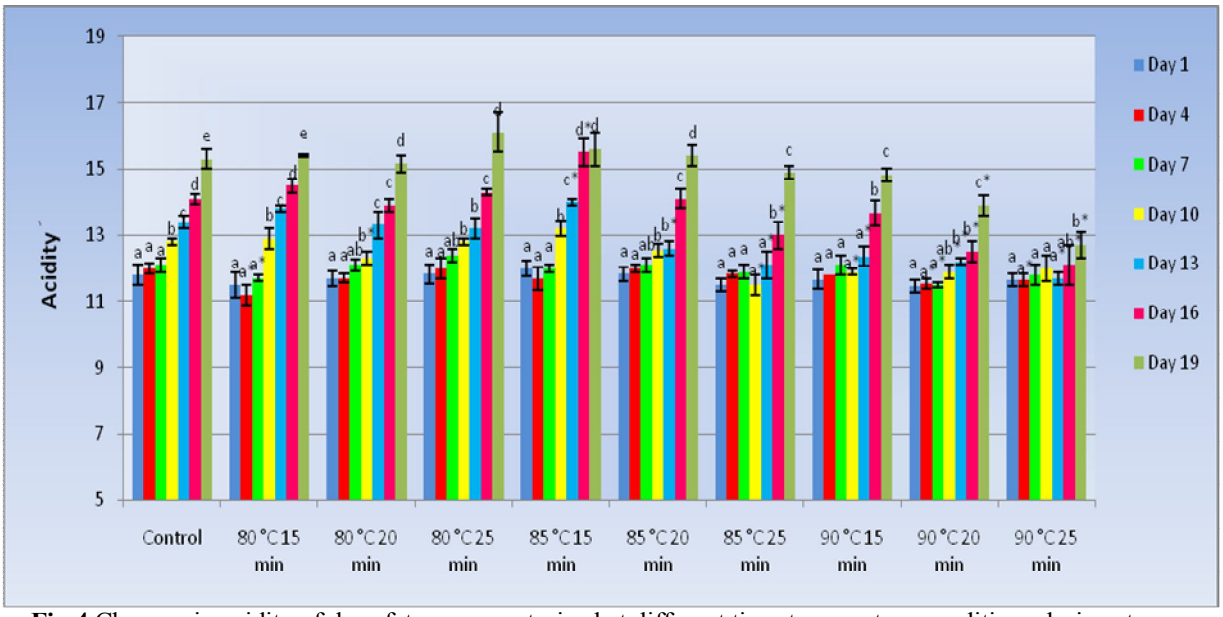

Fig 4 Changes in acidity of low-fat cream pasturized at different time-temperature conditions during storage. Different lowercase letters stand for significant changes of a treatment during storage ($p < 0.05$). Asterisk indicates significant differences from the control sample at the same time intervals

آداپا و اشمیدت (۱۹۹۸) نیز در پژوهشی در ارتباط با بررسی تغییرات ویژگی‌های فیزیکی نمونه‌های خامه ترش[1] کم‌چرب حاوی گونه‌های مختلف باکتریایی تولیدکننده پلی‌ساکاریدهای خارج سلولی[2]، گزارش کردند که طی دوره ماندگاری، اسیدیته نمونه‌های خامه افزایش و pH آنها کاهش می‌یابد و آن را به تخمیر لاکتوز به وسیله باکتری‌های اسیدلاکتیک نسبت دادند [۱۰]. البته باید توجه داشت که میکروارگانیسم‌های سرمادوست با تولید آنزیم‌های لیپاز و پروتئاز و مشارکت در واکنش‌های لیپولیتیک و پروتئولیتیک ممکن است در تغییر اسیدیته محصول نقش‌آفرینی کنند [۱]. فیلیپس و همکاران (۱۹۸۱b) در پژوهشی در ارتباط با بررسی کیفیت میکروبی خامه پرچرب طی دوره ماندگاری، گزارش کردند که حدود ۸۰ درصد از گونه‌های

1. Sour cream
2. Exopolysaccharide

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-18]

باکتریایی سرمادوست ایزوله شده از محصول طی دوره ماندگاری، قادر به تولید آنزیم‌های پروتئولیتیک و لیپولیتیک و از این رو، تجزیه پروتئین و چربی خامه بودند [۱۱].

۳-۲-۲- ویسکوزیته

بر اساس یافته‌ها (شکل ۵)، تغییر شرایط پاستوریزاسیون، منجر به تغییر چشمگیر ویسکوزیته خامه کم‌چرب شد، به گونه‌ای که به استثنای نمونه‌های پاستوریزه شده در دمای ۸۵ و ۹۰ درجه سلیسوس به مدت ۱۵ دقیقه و تیمار ۸۰ درجه به مدت ۲۰ دقیقه که تقریباً در تمامی مقاطع دوره ماندگاری تفاوت معنی‌دار آماری با نمونه کنترل نشان ندادند، ویسکوزیته سایر نمونه‌ها به طور معنی‌داری با نمونه کنترل متفاوت بود ($p<۰/۰۵$). البته در بین این تیمارها، تنها تیمار ۸۰ درجه سلسیوس، ۱۵ دقیقه، ویسکوزیته کمتری نسبت به نمونه کنترل داشت و سایر تیمارها به مراتب ویسکوزتر از نمونه کنترل بودند.

در ارتباط با تفسیر این تغییرات، باید عنوان داشت که از آنجائیکه درشت مولکول‌هایی مانند پروتئین‌ها و چربی‌ها عاملان اصلی ایجاد ویسکوزیته در مواد غذایی هستند، باید علت تغییر ویسکوزیته خامه را نیز در تاثیر شدت تیمار حرارتی بر ساختار اجزای تشکیل‌دهنده آن جستجو کرد. در این میان، پروتئین‌های آب پنیر به دلیل حساسیت بالایی که به حرارت دارند، بیش از سایر اجزای خامه ممکن است تحت تاثیر تغییر شرایط تیمار حرارتی پاستوریزاسیون قرار بگیرند. پروتئین‌های آب‌پنیر، پروتئین‌هایی گلوبولار می‌باشند که در حالت بکر، در آب محلول می‌باشند اما زمانی که این پروتئین‌ها، تحت تاثیر تیمارهای حرارتی شدید قرار می‌گیرند، ساختار گلوبولار خود را از دست داده و به اصطلاح واسرشته یا همان دناتوره می‌شوند [۱۲]. در پروتئین دناتوره آب‌پنیر، بسیاری از گروه‌های فعالی که پیش‌تر- در حالت بکر- درون این ساختار محفوظ بودند و امکان واکنش آنها با سایر پروتئین‌ها یا دیگر مولکول‌های پیرامونی فراهم نبود، در سطح قرار گرفته و پتانسیل واکنش آنها با سایر مولکول‌ها به شدت افزایش می‌یابد [۱۲]. پایه و اساس تشکیل ساختار ژل‌مانند ماست نیز همین پدیده است. در واقع، فلسفه وجودی تیمار حرارتی شدیدتر شیر ماست‌سازی نسبت به دیگر محصولات لبنی، نیاز به دناتوره شدن پروتئین‌های آب-پنیر شیر می‌باشد. پروتئین‌های دناتوره شده آب‌پنیر از طریق واکنش با کاپاکازئین‌ها در ایجاد ژل ماست مشارکت می‌کنند [۱۳]. در این پژوهش، در تفسیر علت ویسکوزیته بالاتر نمونه-های پاستوریزه شده تحت تیمارهای حرارتی شدیدتر، این‌گونه می‌توان متصور شد که در حرارت‌های بالاتر، وسعت دناتوراسیون پروتئین‌های خامه و به دنبال آن، واکنش آنها با پروتئین‌های غشای چربی و همچنین پروتئین‌های کازئینی بیشتر بود و همین امر زمینه‌ساز ایجاد ساختارهای مستحکم‌تر و افزایش ویسکوزیته در خامه شده است. اسمیت و همکاران (۲۰۰۰) در پژوهشی مقایسه‌ای در ارتباط با بررسی تاثیر نوع تیمار حرارتی خامه همزده بر ویژگی‌های رئولوژیکی و ریزساختار آن، عنوان داشتند که نمونه‌های تیمارشده به روش فرادما، دارای اندیس الاستیسیته بالاتر و همچنین ضریب افزایش حجم کمتری نسبت به نمونه‌های تیمار شده به وسیله پاستوریزاسیون سریع بودند. این پژوهشگران علت این پدیده را به افزایش ویسکوزیته خامه و استحکام ساختار آن در نتیجه تخریب غشای گلبول‌های چربی در حرارت‌های بالاتر و به هم پیوستن آنها به یکدیگر نسبت دادند [٤].

تغییرات ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های خامه در نرخ برش‌های مختلف در روز نخست تولید، در شکل ٦ نشان داده شده است. آنگونه که انتظار می‌رفت، رفتار جریانی نمونه‌های مختلف خامه، یک رفتار رقیق‌شونده با برش یا همان سودو پلاستیک بود بدین معنی که با افزایش نرخ برش، ویسکوزیته یک روند کاهشی را تجربه کرد. رفتار سودوپلاستیک خامه، پیشتر بوسیله سایر پژوهشگران نیز گزارش شده بود [١٦-١٤]. اما نکته قابل توجه، تقویت رفتار سودوپلاستیک نمونه‌های تیمار شده تحت شرایط حرارتی شدیدتر بود که شاید بتوان علت آن -را همانطور که پیشتر عنوان شد- به تشکیل کمپلکس‌های پروتئین-چربی و پروتئین-پروتئین نسبت داد. با افزایش سرعت برش، درشت مولکول‌ها به انواع کوچکتر شکسته می‌شوند و در نتیجه، ویسکوزیته کاهش و شدت رفتار سودوپلاستیک افزایش می‌یابد [۱۷].

یافته‌های پژوهش جاری همچنین نشان دادند که ویسکوزیته نمونه‌های مختلف خامه، طی دوره ماندگاری افزایش می‌یابد. این روند تقریباً برای تمامی تیمارها، طی ۳ مقطع نخست دوره ماندگاری، از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. برای برخی از نمونه‌ها، روند معنی‌دار نبودن تغییرات ویسکوزیته در بازه‌های بعدی دوره ماندگاری نیز ادامه پیدا کرد ولی برای برخی دیگر، از مقطع سوم به بعد، یک افزایش معنی‌دار در ویسکوزیته مشاهده شد. همان-طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، برای تیمار کنترل و نمونه-های پاستوریزه شده در دماهای ۸۰ و ۸۵ درجه سلسیوس (در هر سه زمان پاستوریزاسیون مورد بررسی)، ویسکوزیته در مقطع چهارم متحمل یک افزایش معنی‌دار شده است ($p<۰/۰۵$)، ولی روند افزایشی مشاهده در مقاطع بعدی، از لحاظ آماری قابل اعتنا نبوده است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-18]

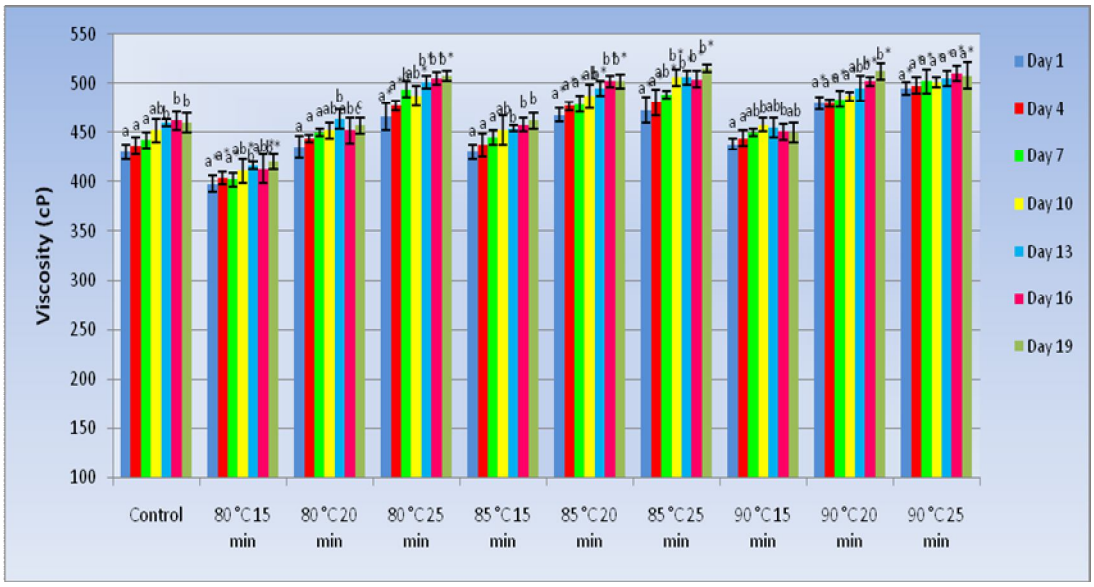

Fig 5 Changes in viscosity of low-fat cream pasturized at different time-temperature conditions during storage. Different lowercase letters stand for significant changes of a treatment during storage ($p < 0.05$). Asterisk indicates significant differences from the control sample at the same time intervals

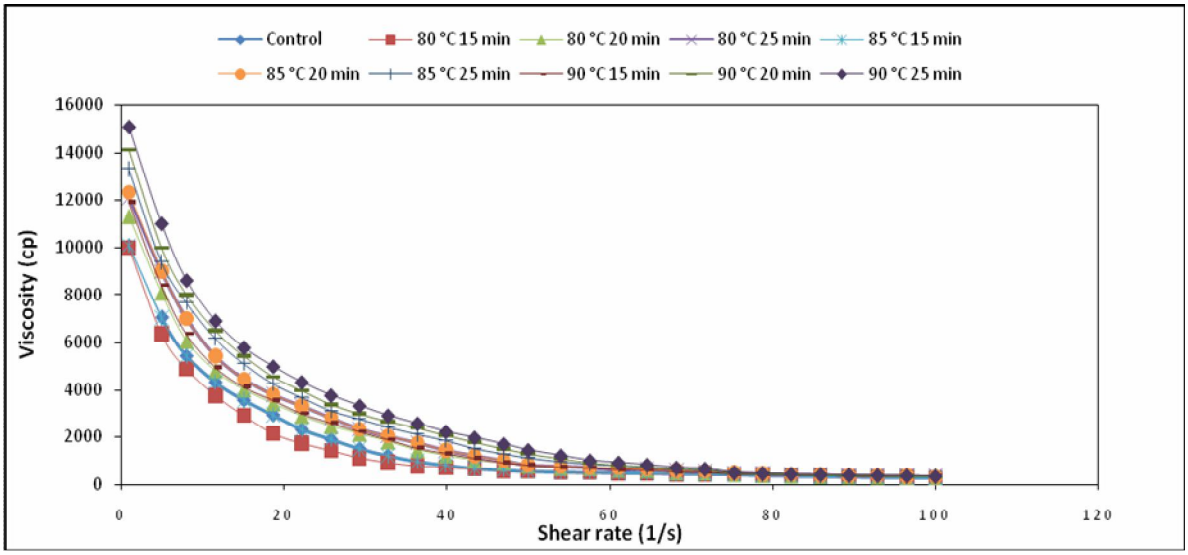

Fig 6 Flow behaviour of low-fat cream pasturized at different time-temperature conditions at day 1 of storage

این در حالی است که برای نمونه پاستوریزه شده در دمای ۹۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۵ دقیقه، روند معنی‌دار نبودن ویسکوزیته، در سراسر دوره ماندگاری حکمفرما بوده است. برای تیمار ۹۰ درجه سلسیوس، ۲۰ دقیقه نیز روند افزایشی ویسکوزیته تا مقطع چهارم دوره ماندگاری معنی‌دار نبود و از مقطع پنجم، این افزایش قابل توجه بود ($p <$ ۰/۰۵). در یافته‌هایی مشابه، لانگ و همکاران (۲۰۱۲) نیز افزایش اندیس قوام و ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های مختلف خامهٔ زدنی[1] را طی یک دوره ماندگاری ۳۰ روزه گزارش کردند [٤]. به نظر می‌رسد افزایش ویسکوزیته خامه طی دوره ماندگاری، درنتیجه آب-اندازی خامه طی این دوره حاصل شده است. در پژوهش‌هایی در این زمینه، طاری و همکاران (۱۳۸۵) [١٦] و آداپا و اشمیدت (۱۹۹۸) [۱۰] آب‌اندازی خامه طی دوره ماندگاری را گزارش کردند.

1. Whipping cream

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-18]

٤- نتیجه‌گیری

ترکیب‌های دما-زمانی مختلف ممکن دارای شدت حرارتی یکسانی باشند. در این پژوهش نیز مشاهده شد که ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و عمر ماندگاری نمونه‌های پاستوریزه شده در برخی از ترکیب‌های دما-زمانی تفاوت چندانی با نمونه کنترل نداشتند. برخی از ترکیب‌های دما-زمانی نیز که نسبت به تیمار حرارتی نمونه کنترل به مراتب شدیدتر بودند، باعث کاهش شدید بار میکروبی و افزایش عمر ماندگاری محصول و همچنین نوسان کمتر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی خامه کم‌چرب طی دوره ماندگاری شدند. در بین تیمارهای مختلف، نمونه پاستوریزه شده در دمای ۹۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۵ دقیقه، دارای بالاترین عمر ماندگاری بود ولی ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی آن نیز به گونه معنی‌داری با نمونه کنترل متفاوت بود.

٥- منابع

[1] Davis, J.G. & Wilbey, RA. (1990). Microbiology of cream and dairy desserts, In: Robinson-RK (ed.), Dairy microbiology, vol: 2, Elsevier Applied science London, UK, pp: 41-72.

[2] Brown, J. V., Wiles, R. & Prentice, G. A. (1980). The effect of different time-temperature pasteurization conditions upon the shelf life of single cream. Journal of the Society of Dairy Technology, 33 (2), 78-79.

[3] Mortazavi, S.A., Ghods Rohani, M., & Jooyandeh, J. (1996). Technology of milk and dairy products. Ferdowsi University Press.

[4] Smith, A.K., Goff, H. D. and Kakuda, K. (2000). Microstructure and rheological properties of whipped cream as affected by heat treatment and addition of stabilizer to the cream. International Dairy Journal, 10, 295-301.

[5] Mahasti, P., Amiri, S., Radi, M., & Niakousari, M. (2011). Modification of Corn Starch and Assessment of Its Function as a Fat Replacer. Journal of Food Technology and Nutrition, 8 (2), 15-24.

[6] Anonymous, Milk and Milk products. Determination of titrable acidity and pH value- test method. ISIRI No 2852.

[7] Vanderghem, C., Danthine, S., Blecker, C. and Deroanne, C., (2007). Effect of proteose-peptone addition on some physico-chemical characteristics of recombined dairy creams. International Dairy Journal, 17 (8), 889-895.

[8] Anonymous, Milk and Milk products. Enumeration of colony-forming units of microorganism- colony count technique at 30 °C. ISIRI No 5484.

[9] Anonymous, Milk and Milk products. Enumeration of psychrotrophic microorganism- test method. ISIRI No 2629.

[10] Adapa, S. & Schmidt, K.A. (1998). Physical properties of low-fat sour cream containing exopolysaccharide producing lactic acid. Journal of Food Science, 63 (5), 1-3.

[11] Phillips, J. D., Griffiths, M. W. & Muir, D. D. (1981). Growth and associated enzymic activity of spoilage bacteria in pasteurized double cream. Journal of the Society of Dairy Technology, 34 (3), 113-118.

[12] Goudarzi, M., Madadlou, A., Mousavi, M. E. & Emam-Djomeh, Z. (2012). Optimized preparation of ACE-inhibitory and antioxidarive whey protein hydrolysate using response surface method (RSM). Dairy Science and Technology, 92, 641–653.

[13] Mottar, J., Bassier, A., Joniau, M., & Baert, J. (1989). Effect of heat-induced association of whey proteins and casein micelles on yogurt texture. Journal of Dairy Science, 72, 2247–2256.

[14] Nguyen, V., Duong, C. T., & Vu, V. (2015). Effect of thermal treatment on physical properties and stability of whipping and whipped cream. Journal of Food Engineering, 163, 32-36.

[15] Farahnaky, A., Safari, Z., Ahmadi, G. F., & Mesbahi, G. R. (2011). Use of gelatin as a fat replacer for low fat cream production. Iranian Journal of Food Science and Technology, 8 (31): 45-52.

[16] Long, Z., Zhao, M., Zhao, Q., Yang, B. & Liu, L. (2012). Effect of homogenisation and storage time on surface and rheology properties of whipping cream. Food Chemistry, 131, 748–753.

[17] Danesh, E., Goudarzi, M., & Jooyandeh, H. (2017). Effect of whey protein addition and transglutaminase treatment on the physical and sensory properties of reduced-fat ice cream. Journal of Dairy Science, 100 (7), 5206-5211.

[18] Tari, R.N, Ehsani M, Mazloumi M, & Ebrahimzadeh Mosavi M. (2006). Influence of Type and Amount of Stabilizers on Stability of UHT Cream. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 1 (1): 45-49.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-18]

The effect of different time-temperature pasteurization conditions on shelf-life of low-fat cream

Farhadi Roodbari, Z. [1], Asadolahi, S. [2*]

1. MSc. Graduate, Department of Food Science and Technology, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

(Received: 2017/02/22 Accepted:2017/12/15)

The objective of the present study was to evaluate the possibility of extending the shelf life of low-fat cream (25%) through finding a novel time-temperature condition for its pasteurization. The low-fat cream samples were thermally pasteurized at different temperatures (80, 85 and 90 °C) for different times (15, 20 and 25 min) and were evaluated for physicochemical (pH, acidity, viscosity) and microbial (total bacterial count, psychotropic bacterial count) properties at different storage times (days 1, 4, 7, 10, 13, 16 and 19) in comparison with control sample (pasteurized at 75 °C for 30 min). The results indicated that microbial counts increased during the shelf life, accompanying with decreased pH and increased acidity of the creams. The samples treated at more severe thermal pasteurization conditions had better microbial quality resulting in less variation in their pH and acidity values during storage. The results showed that treating upon more sever time-temperature conditions and prolonged storage both led to higher viscosity for cream samples. All freshly-prepared samples showed shear-thinning behavior which was intensified at more sever time-temperature pasteurization conditions. Among different treatments, the sample pasteurized at 90 °C for 25 min had the longest storage duration.

Keywords: Low-fat cream, Thermal pasteurization, Microbial quality, Shelf-life

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-18]

* Corresponding Author E-Mail Address: s_asadolahi@yahoo.com