بررسی پایداری ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی ماست قالبی بی‌چربی حاوی شیر بافت‌دار در دوره نگهداری

مرجان نوری [۱]، حمید عزت پناه [۲*]، سلیمان عباسی [۳]، هما بهمدی [۴]

۱- کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی و عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران
۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران
۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه تربیت مدرس تهران
۴- عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج

(تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۳)

چکیده

هدف اصلی این پژوهش بررسی پایداری ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی ماست قالبی بی‌چربی حاوی شیر بافت‌دار در مقایسه با دو نوع ماست قالبی بی‌چربی و پرچرب طی ۱۴ روز نگهداری در دمای ۱±۴ درجه سانتی‌گراد بود. به منظور تولید ماست بی‌چربی حاوی شیر بافت‌دار، شیر بی‌چربی حرارت دیده (۹۰-۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰-۳۵ دقیقه) تا دمای ۴۲-۴۳ درجه سانتی‌گراد خنک شد و با ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد شیر بافت‌دار مخلوط شد. روی نمونه‌های ماست بی‌چربی، ماست بی‌چربی حاوی شیر بافت‌دار و ماست پرچرب آزمون‌های شیمیایی (pH، اسیدیته قابل تیتر، درصد پروتئین، چربی، ماده خشک کل) و فیزیکی (رنگ سنجی، آب اندازی و ظرفیت نگهداری آب) در روزهای اول، هفتم و چهاردهم نگهداری در یخچال، انجام شد. نتایج نشان داد که استفاده از شیر بافت‌دار بر میزان pH، اسیدیته قابل تیتر، میزان درصد پروتئین و چربی نمونه‌های ماست بی‌تأثیر بوده اما گذشت زمان بر میزان این شاخص‌ها تأثیر گذار بوده است ($p<۰/۰۵$)، همچنین کاربرد شیر بافت‌دار و دوره نگهداری بر میزان ماده خشک کل، نمونه‌ها تأثیر گذار بودند. شیر بافت‌دار منجر به بهبود برخی ویژگی‌های رنگی، ظرفیت نگهداری آب و همچنین کاهش آب اندازی نمونه‌های ماست نسبت به نمونه شاهد بی‌چربی شد که این نتایج در دوره نگهداری نیز مشاهده شد. نمونه ماست قالبی حاوی ۳۰ درصد شیر بافت-دار در میان سایر نمونه‌ها دارای نزدیک‌ترین ویژگی‌ها به ماست پرچرب بود بنابراین پیشنهاد می‌شود به منظور حصول ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مطلوب از این نسبت در فرمولاسیون ماست سازی استفاده شود.

کلید واژگان: ماست بی‌چربی، دوره نگهداری، شیر بافت‌دار، ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی

* مسئول مکاتبات: hamidezzatpanah@srbiau.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

امروزه افزایش وزن در اکثر کشورهای جهان، به معضلی جدی تبدیل شده است و از مهمترین بیماری‌هایی به شمار می‌رود که نیاز به پیشگیری سریع جهانی دارد [۱]. اثرات سوء چاقی و افزایش وزن بر اعمال فیزیولوژیک دستگاه‌های مختلف بدن و بروز بیماری‌های مزمن از قبیل افزایش فشار خون، بیماری‌های قلبی عروقی، دردهای عضلانی و دیابت به اثبات رسیده است [۲]. به منظور کاهش این عوارض، متخصصان تغذیه و صنایع غذایی مصرف منابع غذایی کم‌چرب و بی‌چربی را توصیه کرده‌اند، اما کاهش چربی در رژیم غذایی بدان معنی نیست که زندگی با غذاهای خشک و بی‌مزه سپری شود بلکه ترکیبات مختلفی با نام جانشین‌های چربی[1] جهت احساس لذت بخشی در هنگام مصرف محصولات کم‌چرب یا بی‌چربی از گذشته تا کنون در حال تولید هستند [۳]، از جمله محصولات با چربی کاهش یافته، می‌توان به ماست بدون چربی اشاره کرد. شواهد فراوان نشان می‌دهند که برخی باکتری‌ها که برای تخمیر ماست استفاده می‌شوند اثرات قدرتمند ضد بیماری‌زایی و ضد التهابی داشته و برای دستگاه گوارش مفید هستند، همچنین این باکتری‌ها باعث ارتقای مقاومت بدن نسبت به انواع میکروب-های بیماری زا در روده می‌شوند و می‌توانند به عنوان درمان و پیشگیری در برابر بروز بیماری‌های ناشی از رشد و تکثیر این میکروب‌های بیماری زا بکار روند [۴، ۵]. ماست کم‌چرب علاوه بر فواید ذکر شده به سوزاندن چربی‌های اضافی بدن، کمک کرده و حفظ عضلات در وضعیت مناسب را تسهیل می‌کند. بنابراین رژیم غنی از غذاهای شیری کم‌چرب مانند ماست کم چرب می‌تواند با سوزاندن چربی اضافی بدن باعث کاهش وزن شود [۶]. تا کنون مطالعات بسیاری برای تولید جانشین‌های چربی در ماست با چربی کاهش یافته انجام شده است که به اختصار به برخی از آنها اشاره خواهد شد. در سال ۱۹۹۱ تهیه شیر خشک با پروتئین بالا[2] با استفاده از روش اولترافیلتراسیون، دیافیلتراسیون[3] و خشک کردن افشانه‌ای زمینه پژوهش‌های بیشتری را فراهم ساخت [۷]. در پژوهشی از غلظت‌های متفاوت این محصول در ماست کم‌چرب بهره بردند و دریافتند که غلظت ۵/۶ درصد از پودر شیر خشک با پروتئین بالا (۸۴ درصد) بدون این که نیازی به پایدار کننده داشته باشد امکان تولید ماست کم‌چرب مطلوب با کمترین آب اندازی را فراهم ساخت [۸] در سال ۲۰۰۴ از دو پروتئین سیمپلس[4] و دیری لو[5] جهت بهبود ویژگی‌های ماست کم‌چرب در طی ۱۴ روز نگهداری استفاده شد که نشان داد پس از افزودن این دو ماده میزان ماده خشک کل، سفتی و بافت نمونه‌ها به میزان مشابهی تغییر کردند، البته ارزیاب‌های حسی در مورد طعم و رنگ ظاهری امتیاز بالاتری به ماست دارای دیری لو در مقایسه با ماستی که از سیمپلس در آن استفاده شده بود، دادند. میزان سیمپلس، دیری لو و همچنین دوره نگهداری بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی نمونه‌ها تأثیر معنی‌داری داشت [۹]. در پژوهشی دیگر اثر مکمل‌های پروتئین آب پنیر تغلیظ شده[6] و کازئین هیدرولیز شده[7] بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست پروبیوتیک بررسی شد، نتایج نشان داد ماست غنی شده با مکمل‌های پروتئینی آب اندازی کمتر و قوام بیشتری نسبت به ماست شاهد داشت [۱۰]. در سال ۲۰۰۸ از نسبت‌های مختلف بتا گلوکان[8] به عنوان جایگزین چربی[9] در ماست بی-چربی بهره بردند که نتایج نشان داد ماست حاوی ۰/۵ یا ۰/۲۵ بتا گلوکان از نظر ویژگی‌های فیزیکی و حسی بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داد [۳]. هدف از این پژوهش تعیین تأثیر بکارگیری درصدهای مختلف شیر بافت‌دار[10] بر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی ماست بی‌چربی در مقایسه با دو نوع ماست بی‌چربی و پرچرب طی ۱۴ روز نگهداری است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده سازی شیر

در این پژوهش از دو نوع شیر خشک کم‌حرارت دیده[11] (از شرکت Australian Dairy Goods Ltd .Pty ، کشور استرالیا) استفاده شد. شیر خشک بی‌چربی به منظور تهیه

1. Fat substitutes
2. High milk protein powder
3. Dia filtered
4. Simplesse
5. Dairy-Lo
6. Whey protein concentrate
7. Hydrolyzed casein
8. ß- glucan
9. Fat replacer
10. Textured milk
11. Milk powder (Low heat)

Archive of SID

www.SID.ir

نمونه‌های بی‌چربی و شیر بافت‌دار و شیر خشک پرچرب به منظور تهیه نمونه‌های پرچرب استفاده شد. نمونه‌های شیر خشک با آب مقطر به نسبت ۱۰ به۱۰۰ بازسازی شدند، این نمونه‌ها تا هنگام استفاده در دمای ۱±۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند [۱۱].

۲-۲- آماده سازی شیر بافت‌دار

مایه پنیر خشک (Rennilase®) از شرکت DSM کشور فرانسه) با قدرت منعقدکنندگی ۵۵ (۱ گرم مایه پنیر برای ۲۵ لیتر شیر) بر اساس واحدهای بین المللی انعقاد شیر[1] تهیه شد. ابتدا این پودر در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه حل شد و پس از افزودن ۰/۴ میلی‌لیتر از این محلول به ۱۰۰ میلی‌لیتر شیر بازساخته بی‌چربی در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه در این دما حرارت‌دهی شد. سپس شیر بی‌چربی مایه خورده در دمای ۶۳ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه (پاستوریزاسیون دمای پایین و زمان طولانی[2]) با هدف غیرفعال کردن مایه پنیر (با قدرت منعقدکنندگی ۵۵) و سالم‌سازی شیر، پاستوریزه شد. شیر بافت‌دار به مدت یک شب تا انجام مراحل بعدی، در دمای ۱±۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد [۱۲].

۲-۳- آماده سازی ماست قالبی

شیر بازساخته بی‌چربی در بن ماری دیجیتال ۹۰-۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ - ۳۵ دقیقه با همزدن مداوم جهت ایجاد پیوند بتالاکتوگلوبولین- کاپاکازئین و افزایش میزان ماده خشک کل در فرآورده نهایی حرارت داده شد و به دنبال آن تا دمای ۴۲- ۴۳ درجه سانتی‌گراد خنک شد، سپس با شیر بافت-دار در درصدهای ۰ ، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ مخلوط شد. جهت تهیه مایه ماست مطابق با دستور ارائه شده از شرکت کریستین هانسن به ازای هر لیتر شیر مقدار ۴ میلی‌لیتر مایه ماست آماده شده و به نمونه‌ها اضافه شد. با استفاده از شیر خشک کامل نمونه ماست پرچرب تهیه شد تا ویژگی‌های نمونه‌های بی‌چربی تولیدی با آن مقایسه شود. پس از افزودن مایه ماست نمونه‌ها در ظروف پلی‌اتیلنی دربدار ۱۰۰ میلی-لیتری پر و در انکوباتور ۲±۴۳ درجه سانتی‌گراد گرمخانه گذاری شدند تا pH آنها به حدود ۴/۶ برسد، سپس نمونه‌ها به یخچال ۱±۴ درجه سانتی گراد منتقل شدند [۴، ۵]. پس از گذشت ۱، ۷ و ۱۴ روز ویژگی‌های آزمون‌های شیمیایی و فیزیکی نمونه‌های ماست سنجیده شدند. شماره گذاری نمونه-ها در جدول شماره ا نشان داده شده است.

جدول ۱ شماره گذاری نمونه‌های ماست

تیمارها	شماره نمونه‌ها
ماست بی‌چربی (شاهد)	۱
ماست بی‌چربی حاوی ۱۰ درصد شیر بافت‌دار	۲
ماست بی‌چربی حاوی ۲۰ درصد شیر بافت‌دار	۳
ماست بی‌چربی حاوی ۳۰ درصد شیر بافت‌دار	۴
ماست بی‌چربی حاوی ۴۰ درصد شیر بافت‌دار	۵
ماست بی‌چربی حاوی ۵۰ درصد شیر بافت‌دار	۶
ماست پرچرب (شاهد)	۷

۲-۴- آزمون‌های شیمیایی

اسیدیته قابل تیتر (بر حسب درجه دورنیک) با روش تیتراسیون، pH بوسیله pH متر(مدل 827، ساخت شرکت Metrohm، سویس) و چربی (بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم) به روش ژربر[3](دستگاه ژربر، ساخت شرکت Gerber Funk، آلمان)، پروتئین خام[4] به روش ماکروکلدال (دستگاه ماکروکلدال، ساخت شرکت Gerhardt Kjeldathatherm، آلمان)، ماده خشک کل با خشک کردن ۸ تا ۱۱ گرم از نمونه‌ها در آون (مدل SLP600، ساخت شرکت Memmert، آلمان) در دمای ۵ ± ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت تعیین گردید [۱۳].

۲-۵- رنگ سنجی

تعیین رنگ نمونه‌ها با دستگاه رنگ سنج هانترلب (مدل D25/DP9000، ساخت شرکت Huter Lab، آمریکا) انجام شد. قبل از انجام آزمون، دستگاه با کاشی‌های سفید و سیاه کالیبره و از کاشی زرد جهت کنترل دستگاه استفاده شد. اساس رنگ سنجی در این سیستم CIELAB[5] و سنجش شاخص‌های L^*، a^* و b^* بود به ترتیب نشان‌دهنده روشنی، رنگ سبز تا قرمز، و آبی تا زرد هستند.

1. International Milk Clotting Units
2. Low Temperature Long Time: LTLT
3. Gerber
4. Crude protein
5. Commission International d'Eclairage LAB

Archive of SID

www.SID.ir

۲-۶- اندازه‌گیری آب اندازی

در این آزمون نمونه‌های ماست به خوبی هم‌زده و یکنواخت شدند، سپس ۲±۲۵ گرم از نمونه‌های ماست وزن شده و روی کاغذ صافی واتمن شماره ۴۳ که در یک قیف بالای ظرف شیشه‌ای قرار گرفته بود ریخته شده و به مدت ۱۲۰ دقیقه در یخچال ۱±۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس وزن مایع جمع شده در ظرف شیشه‌ای از وزن ظرف شیشه‌ای خالی کسر شده و نتایج با استفاده از رابطه ۱ به صورت درصد بیان شدند [۳، ۱۴].

(رابطه ۱) ۱۰۰× (وزن اولیه نمونه ماست / وزن مایع آزاد شده)= آب اندازی ماست

۲-۷- اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب

آزمون ظرفیت نگهداری آب با دور g × ۱۳۵۰۰ به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد توسط دستگاه سانتریفیوژ (Sigma laborzentrifugen 3k-30) انجام شد، سپس آب آزاد شده خارج گشت و بعد از خشک شدن لخته، ظرفیت نگهداری آب از رابطه ۲ بدست آمد و نتایج به صورت درصد بیان شدند [۱۵].

(رابطه ۲) ۱۰۰× [وزن اولیه نمونه ماست/(وزن تیوپ خالی- وزن تیوپ با لخته)] = ظرفیت نگهداری ماست

۲-۸- آنالیز آماری

تمامی آزمون‌ها روی نمونه‌های نگهداری شده در یخچال، در روزهای اول، هفتم و چهاردهم پس از تولید، در پنج تکرار انجام شد و داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 16 تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آنالیز تجزیه واریانس ANOVA و آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- نتایج آزمون‌های شیمیایی

در جدول ۲ نتایج آزمون‌های تعیین pH و اسیدیته قابل تیتر نمونه‌های مختلف در دوره نگهداری در یخچال نشان داده شده است.

مقایسه pH و اسیدیته نمونه‌ها در روزهای اول، هفتم و چهاردهم نگهداری در یخچال نشان داد که کاهش معنی‌دار pH و افزایش معنی‌دار اسیدیته از روز اول تا چهاردهم در هر یک از نمونه‌ها وجود دارد که نشان از روند طبیعی اسیدی شدن ماست بر اثر فعالیت دو باکتری *استرپتوکوکوس ترموفیلوس*[1] و *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس*[2] می‌باشد. از سوی دیگر pH نمونه‌های تیمارهای مختلف، در هر یک از روزها تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند (به استثنا pH نمونه های شماره ۱ و ۲ با شماره ۷ در چهاردهمین روز نگهداری). همچنین نتایج نشان داد در دوره نگهداری ۱۴ روزه همواره تفاوت معنی داری میان اسیدیته نمونه شماره ۶ با نمونه ۷ (ماست پرچرب) وجود دارد که بیانگر این مطلب است که افزایش میزان شیر بافت‌دار از ۰ تا ۵۰ درصد منجر به کاهش میزان اسیدیته نمونه شماره ۶ نسبت به شماره ۷ شده است، اما در روز چهاردهم علاوه بر نمونه شماره ۶ نمونه ۵ نیز با تفاوت معنی‌داری اسیدیته کمتری نسبت به نمونه شماره ۷ داشت (جدول ۲).

در جدول ۳ نتایج آزمون‌های تعیین پروتئین خام، چربی و ماده خشک کل نمونه‌های مختلف در دوره نگهداری در یخچال نشان داده شده است.

تفاوت در نتایج درصد چربی میان نمونه‌های ماست بی‌چربی (نمونه‌های شماره ۱ تا ۶) با نمونه ماست پرچرب (نمونه شماره ۷) به علت انتخاب ماده اولیه است که نمونه‌های ماست پرچرب از شیر پرچرب تهیه شده است و سایر نمونه‌ها از شیر بدون چربی تهیه شده‌اند. از سوی دیگر با گذشت زمان، از روز اول تا چهاردهم در تمام نمونه‌ها میزان چربی به طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳). نتایج جدول ۳ نشان داد که در مقایسه درصد پروتئین خام نمونه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود اما گذشت زمان، در روز چهاردهم منجر به کاهش معنی‌دار در میزان پروتئین شد.

1. *Streptococcus thermophilus*
2. *Lactobacillus bulgaricus*

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲ میزان pH و اسیدیته قابل تیتر نمونه‌های ماست (انحراف معیار ± میانگین)

آزمون‌ها	pH			اسیدیته قابل تیتر(درجه دورنیک)		
روزهای نگهداری / نمونه‌ها	۱	۷	۱۴	۱	۷	۱۴
۱	۴/۵^{aC}±۰/۵	۴/۳^{aB}±۰/۷	۴/۱^{aA}±۰/۱	۸۲/۰^{abA}±۲/۲	۸۳/۵^{abAB}±۱/۹	۸۴/۷^{abB}±۱/۳
۲	۴/۶^{aC}±۰/۷	۴/۴^{abB}±۰/۲	۴/۱^{aA}±۰/۷	۸۱/۳^{abA}±۲/۰	۸۲/۷^{abB}±۱/۵	۸۴/۵^{abB}±۱/۲
۳	۴/۶^{aC}±۰/۲	۴/۴^{abB}±۰/۱	۴/۲^{abA}±۱/۱	۸۰/۶^{abA}±۱/۸	۸۳/۳^{abB}±۱/۳	۸۴/۸^{abB}±۱/۲
۴	۴/۵^{aC}±۰/۴	۴/۴^{abB}±۱/۰	۴/۲^{abA}±۰/۳	۸۱/۱^{abA}±۲/۰	۸۲/۱^{abAB}±۱/۰	۸۴/۵^{abB}±۱/۱
۵	۴/۵^{aC}±۰/۳	۴/۴^{abB}±۰/۲	۴/۲^{abA}±۰/۴	۸۰/۲^{abA}±۲/۳	۸۳/۱^{abB}±۱/۵	۸۳/۱^{aB}±۱/۴
۶	۴/۶^{aC}±۰/۷	۴/۴^{abB}±۰/۸	۴/۲^{abA}±۰/۶	۷۸/۳^{aA}±۱/۵	۸۱/۶^{aAB}±۰/۹	۸۳/۷^{aB}±۱/۶
۷	۴/۵^{aC}±۰/۹	۴/۴^{abB}±۰/۵	۴/۳^{bA}±۰/۲	۸۳/۰^{bA}±۲/۸	۸۵/۰^{bB}±۱/۳	۸۵/۸^{bB}±۰/۹

a, b حروف انگلیسی متفاوت در ستون هر بخش نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار است (p<۰/۰۵).
a, c حروف انگلیسی متفاوت در ستون هر بخش نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار است (p<۰/۰۵).
A, C حروف انگلیسی متفاوت در ردیف هر بخش نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار است (p<۰/۰۵).

جدول ۳ درصد چربی، پروتئین خام و ماده خشک کل نمونه‌های ماست (انحراف معیار ± میانگین)

آزمون‌ها	درصد چربی			درصد پروتئین خام			درصد ماده خشک کل		
روزهای نگهداری / نمونه‌ها	۱	۷	۱۴	۱	۷	۱۴	۱	۷	۱۴
۱	۰/۴^{aA}±۰/۱	۰/۴^{aA}±۰/۵	۰/۵^{aB}±۰/۵	۳/۴^{aB}±۰/۶	۳/۳^{aB}±۰/۵	۳/۱^{aA}±۰/۵	۱۱/۳^{bA}±۰/۲	۱۱/۴^{bAB}±۰/۲	۱۱/۷^{abB}±۰/۲
۲	۰/۴^{aA}±۰/۲	۰/۴^{aA}±۰/۳	۰/۶^{aB}±۰/۳	۳/۴^{aB}±۰/۴	۳/۳^{aB}±۰/۷	۳/۱^{aA}±۰/۱	۱۱/۱^{abA}±۰/۴	۱۱/۵^{bA}±۰/۴	۱۲/۲^{bB}±۰/۵
۳	۰/۳^{aA}±۰/۴	۰/۳^{aA}±۰/۲	۰/۶^{aB}±۰/۲	۳/۴^{aB}±۰/۲	۳/۳^{aB}±۰/۲	۳/۲^{aA}±۰/۳	۱۱/۰^{abA}±۰/۵	۱۱/۴^{bA}±۰/۵	۱۲/۰^{bB}±۰/۱
۴	۰/۳^{aA}±۰/۱	۰/۳^{aA}±۰/۴	۰/۶^{aB}±۰/۴	۳/۴^{aB}±۰/۴	۳/۴^{aB}±۰/۴	۳/۱^{aA}±۰/۴	۱۱/۰^{abA}±۰/۳	۱۱/۳^{bA}±۰/۲	۱۱/۹^{bB}±۰/۴
۵	۰/۳^{aA}±۰/۳	۰/۳^{aA}±۰/۳	۰/۵^{aB}±۰/۳	۳/۴^{aB}±۰/۳	۳/۴^{aB}±۰/۳	۳/۲^{aA}±۰/۳	۱۰/۹^{abA}±۰/۴	۱۱/۳^{bA}±۰/۳	۱۲/۰^{bB}±۰/۴
۶	۰/۲^{aA}±۰/۵	۰/۳^{aA}±۰/۴	۰/۶^{aB}±۰/۷	۳/۴^{aB}±۰/۲	۳/۴^{aB}±۰/۷	۳/۲^{aA}±۰/۶	۱۰/۷^{aA}±۰/۵	۱۰/۷^{aA}±۰/۴	۱۱/۴^{aB}±۰/۷
۷	۳/۰^{bA}±۰/۷	۳/۳^{bA}±۰/۶	۴/۲^{bB}±۰/۸	۳/۵^{aB}±۰/۵	۳/۵^{aB}±۰/۱	۳/۳^{aA}±۰/۱	۱۴/۱^{cA}±۰/۴	۱۴/۹^{cB}±۰/۵	۱۵/۷^{cC}±۰/۶

A, C حروف انگلیسی متفاوت در ردیف هر بخش نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار است (p<۰/۰۵).

Archive of SID

www.SID.ir

فرض بر آن است که شیر بافت‌دار بر روند طبیعی تغییرات میزان چربی و پروتئین نمونه‌های ماست در ۱۴ روز نگهداری تأثیر گذار نبوده است و در نمونه‌های شاهد نیز این تغییرات مشاهده شد.

همچنین نتایج جدول ۳ نشان داد که نمونه شماره ۶ ماده خشک کل کمتری نسبت به تمام نمونه‌ها دارد، به نظر می‌رسد عملیات حرارتی اعمال شده شدیدتر شیر ماست سازی (۸۵-۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰-۳۵ دقیقه) در مقایسه با عملیات حرارتی ملایم‌تر شیر بافت‌دار (۶۰-۶۵ درجه سانتی-گراد به مدت ۳۰ دقیقه) منجر به تبخیر بخش بیشتری از آب شیر ماست سازی شده است به گونه‌ای که در نهایت افت معنی‌دار درصد ماده خشک کل را در نمونه تهیه شده با ۵۰ درصد شیر بافت‌دار موجب شده است. نمونه شماره ۷ به دلیل تغییر ماده اولیه (شیر پرچرب با میزان چربی حدود ۳ درصد) دارای بیشترین ماده خشک کل است. از سوی دیگر با گذشت زمان از روز اول تا چهاردهم افزایش معنی‌دار این شاخص در تمام نمونه‌ها مشاهده شد و بیشترین افزایش ماده خشک کل در نمونه شماره ۷ مشاهده شد (جدول ۳).

۳-۲- نتایج آزمون رنگ سنجی

در جدول ۴ نتایج آزمون فیزیکی رنگ سنجی (شاخص‌های L^*، a^* و b^*) نمونه‌های مختلف در دوره نگهداری در یخچال نشان داده شده است.

نتایج جدول ۴ نشان داد در دوره نگهداری، افزایش شیر بافت-دار تا ۵۰ درصد به طور محسوسی روشنی، رنگ سبز و زرد نمونه‌های ماست بی‌چربی را نسبت به نمونه شماره ۱ (شاهد بی‌چربی) افزایش داد، البته افزایش بیش از ۴۰ درصد شیر بافت‌دار اندکی از میزان روشنی نمونه‌ها کاست، درحالیکه افزودن ۳۰ و ۴۰ درصد شیر بافت‌دار مقدار روشنی را به طور محسوسی افزایش داد. جالب توجه است که با افزایش دوره نگهداری (روز هفتم تا چهاردهم) میزان روشنی نمونه‌های شماره ۳ و ۴ با نمونه شماره ۷ تفاوت معنی‌داری نداشت که نشان‌دهنده تأثیر شیر بافت‌دار بر افزایش روشنی نمونه‌ها در دوره نگهداری است. فرض بر آن است که در فرمولاسیون‌ها در دوره نگهداری تا ۴۰ درصد شیر بافت‌دار به دلیل اجتماع نسبی کازئین‌ها و متعاقب آن حضور ذرات بزرگتر نسبت به شیر خام، انعکاس نور افزایش و در نتیجه شاخص‌های رنگی (b^* و L^*) بهبود می‌یابد که منجر به نزدیک شدن نمونه‌های بی‌چربی به نمونه شماره ۷ شد.

در نمونه‌های ماست قالبی فرمول شده با ۴۰ و ۵۰ درصد شیر بافت‌دار رنگ سبز به طور محسوسی بالاتر از سایر نمونه‌ها است که نشان می‌دهد احتمالاً جایگزینی بیش از ۳۰ درصد از میسل‌های تغییر یافته به جای میسل‌های دست نخورده در ژل ماست قالبی سبب افزایش رنگ سبز شده است. به نظر می-رسد عمل نسبی مایه پنیر با اینکه به جدا شدن کامل لخته از فاز سرمی (رنگ سبز) منجر نشده لیکن با حفظ نسبی ماهیت میسل‌های کازئین تا حدودی تجمع آنها را در شیر بافت‌دار رقم زده است که رنگ سبز (بدلیل کم اثر شدن نقش میسل‌های کازئین در ایجاد کدورت و رنگ سفید شیر) افزایش یافته است. نتایج نشان داد با گذشت زمان در نمونه‌های تیمار شده با شیر بافت‌دار همواره افزایش میزان سفیدی، زردی و سبزی پایدار باقی می‌ماند.

۳-۳- نتایج آزمون های آب اندازی و ظرفیت نگهداری آب

در جدول ۵ نتایج آزمون‌های فیزیکی آب اندازی و ظرفیت نگهداری آب نمونه‌های مختلف در دوره نگهداری در یخچال نشان داده شده است.

نتایج حاصل از میزان آب اندازی در جدول ۵ نشان داد در دوره نگهداری، نمونه شماره ۷ با تفاوت معنی‌داری کمترین میزان آب اندازی را داشت، زیرا چربی به سبب افزایش آبگریزی در فاز مایع و برقرای تعادل گروه‌های آب دوست و آب گریز در محیط، آب بیشتری را در خود حبس کرده و از میزان آب اندازی نمونه می‌کاهد. همچنین نتایج نشان داد با افزودن شیر بافت‌دار، میزان آب اندازی کاهش می‌یابد. البته کاهش آب اندازی تنها تا نمونه شماره ۴ مشاهده شد، فرض بر این است که تعادل جدید آب دوستی و آب گریزی به وجود آمده در این نمونه‌ها توانسته است در پایداری شبکه ژل و کاهش آب اندازی تأثیر گذار باشد درحالیکه با افزایش بیش از ۳۰ درصد شیر بافت‌دار احتمالاً به دلیل اجتماع‌های نسبی بیشتر، ژل سستی ایجاد شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴ رنگ سنجی نمونه‌های ماست (انحراف معیار ± میانگین)

آزمون‌ها	میزان آب اندازی (٪)			ظرفیت نگهداری آب (٪)		
روزهای نگهداری / نمونه‌ها	۱	۷	۱۴	۱	۷	۱۴
۱	۲۰/۴^{dA}±۱/۳	۲۰/۳^{dA}±۱/۰	۱۹/۹^{dA}±۰/۷	۱۲/۵^{aA}±۰/۸	۱۲/۳^{aA}±۰/۷	۱۲/۶^{aA}±۰/۷
۲	۱۹/۰^{cA}±۰/۷	۱۸/۴^{cA}±۰/۵	۱۸/۰^{cA}±۰/۸	۱۳/۱^{aA}±۰/۷	۱۲/۹^{aA}±۰/۱	۱۳/۲^{bA}±۰/۹
۳	۱۵/۹^{bB}±۰/۲	۱۵/۸^{bAB}±۰/۶	۱۵/۲^{bA}±۰/۴	۱۴/۶^{cA}±۰/۲	۱۴/۳^{cAB}±۰/۳	۱۴/۷^{cB}±۰/۳
۴	۱۵/۱^{bB}±۰/۶	۱۵/۲^{bB}±۰/۳	۱۴/۳^{bA}±۰/۳	۱۵/۹^{dA}±۰/۵	۱۶/۲^{dA}±۰/۴	۱۶/۷^{dB}±۰/۱
۵	۲۰/۰^{dA}±۰/۹	۱۹/۶^{cdA}±۰/۸	۱۸/۹^{cdA}±۰/۵	۱۴/۴^{bcA}±۰/۴	۱۴/۰^{bcAB}±۰/۵	۱۴/۵^{cB}±۰/۲
۶	۲۳/۴^{eA}±۰/۷	۲۳/۲^{eA}±۱/۰	۲۲/۹^{eA}±۰/۷	۱۳/۹^{bcA}±۰/۲	۱۳/۶^{bAB}±۰/۲	۱۳/۸^{bB}±۰/۶
۷	۱۱/۵^{aB}±۱/۴	۱۱/۴^{aB}±۱/۱	۹/۸^{aA}±۰/۳	۱۸/۱^{eA}±۱/۲	۱۸/۶^{eAB}±۰/۴	۱۸/۸^{eB}±۰/۹

a, e حروف انگلیسی متفاوت در ستون هر بخش نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار است (p<۰/۰۵).

A, B حروف انگلیسی متفاوت در ردیف هر بخش نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار است (p<۰/۰۵).

جدول ۵ میزان آب اندازی و ظرفیت نگهداری آب نمونه‌های ماست (انحراف معیار ± میانگین)

آزمون‌ها	میزان آب اندازی (٪)			ظرفیت نگهداری آب (٪)		
روزهای نگهداری / نمونه‌ها	۱	۷	۱۴	۱	۷	۱۴
۱	۲۰/۴^{dA}±۱/۳	۲۰/۳^{dA}±۱/۰	۱۹/۹^{dA}±۰/۷	۱۲/۵^{aA}±۰/۸	۱۲/۳^{aA}±۰/۷	۱۲/۶^{aA}±۰/۷
۲	۱۹/۰^{cA}±۰/۷	۱۸/۴^{cA}±۰/۵	۱۸/۰^{cA}±۰/۸	۱۳/۱^{aA}±۰/۷	۱۲/۹^{aA}±۰/۱	۱۳/۲^{bA}±۰/۹
۳	۱۵/۹^{bB}±۰/۲	۱۵/۸^{bAB}±۰/۶	۱۵/۲^{bA}±۰/۴	۱۴/۶^{cA}±۰/۲	۱۴/۳^{cAB}±۰/۳	۱۴/۷^{cB}±۰/۳
۴	۱۵/۱^{bB}±۰/۶	۱۵/۲^{bB}±۰/۳	۱۴/۳^{bA}±۰/۳	۱۵/۹^{dA}±۰/۵	۱۶/۲^{dA}±۰/۴	۱۶/۷^{dB}±۰/۱
۵	۲۰/۰^{dA}±۰/۹	۱۹/۶^{cdA}±۰/۸	۱۸/۹^{cdA}±۰/۵	۱۴/۴^{bcA}±۰/۴	۱۴/۰^{bcAB}±۰/۵	۱۴/۵^{cB}±۰/۲
۶	۲۳/۴^{eA}±۰/۷	۲۳/۲^{eA}±۱/۰	۲۲/۹^{eA}±۰/۷	۱۳/۹^{bcA}±۰/۲	۱۳/۶^{bAB}±۰/۲	۱۳/۸^{bB}±۰/۶
۷	۱۱/۵^{aB}±۱/۴	۱۱/۴^{aB}±۱/۱	۹/۸^{aA}±۰/۳	۱۸/۱^{eA}±۱/۲	۱۸/۶^{eAB}±۰/۴	۱۸/۸^{eB}±۰/۹

a, e حروف انگلیسی متفاوت در ستون هر بخش نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار است (p<۰/۰۵).

A, B حروف انگلیسی متفاوت در ردیف هر بخش نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار است (p<۰/۰۵).

Archive of SID

www.SID.ir

نمونه شماره ۶ نسبت به سایر نمونه‌ها دارای بیشترین آب اندازی است و حتی میزان آب اندازی نمونه شماره ۶ از شاهد بی‌چربی هم بیشتر است از دلایل این امر به حضور دانه دانه-های قابل مشاهده با چشم، بافت نامناسب و ماده خشک کمتر این نمونه نسبت به سایر نمونه‌ها می‌توان اشاره کرد. با افزایش دوره نگهداری از روز اول تا چهاردهم در نمونه‌های شماره ۳، ۴ و ۷ میزان آب اندازی به طور معنی‌داری کاهش یافت.

همچنین نتایج نشان داد که با افزودن شیر بافت‌دار در دوره نگهداری، میزان ظرفیت نگهداری آب نمونه‌ها افزایش یافته است، البته افزایش این شاخص تا نمونه شماره ۴ مشاهده شد، با توجه به نتایج به نظر می‌رسد میان کاهش آب اندازی و افزایش ظرفیت نگهداری آب نمونه‌ها رابطه‌ای وجود دارد. به عبارت دیگر نمونه شماره ۷ که دارای کمترین آب اندازی است، بیشترین ظرفیت نگهداری آب را دارا است و همچنین نمونه‌های شماره ۵ و ۶ که حاوی میزان بالای آب اندازی هستند، ظرفیت نگهداری آب کمی دارند (جدول ۵). با افزایش دوره نگهداری از روز اول تا چهاردهم از نمونه‌های شماره ۳ تا نمونه ۷ ظرفیت نگهداری آب به طور معنی‌داری افزایش یافت، همچنین نتایج نشان داد تأثیر شیر بافت‌دار در دوره نگهداری ۱۴ روزه نیز باقی می‌ماند.

۴- نتیجه گیری

استفاده از شیر بافت‌دار اگرچه بر میزان pH، اسیدیته قابل تیتر، درصد پروتئین و چربی نمونه‌های ماست بی‌تأثیر بوده، لیکن بر وضعیت و عملکرد کازئین‌ها در حصول ویژگی‌های مطلوب تأثیر مشخصی داشته است بگونه‌ای که منجر به بهبود برخی شاخص‌های رنگی شده است. همچنین تجمع نسبی میسل‌های کازئین علاوه بر کاهش آب اندازی به افزایش ظرفیت نگهداری آب نمونه‌های ماست انجامیده است، در مجموع نمونه ماست قالبی حاوی ۳۰ درصد شیر بافت‌دار در میان سایر نمونه‌ها دارای نزدیک‌ترین ویژگی‌ها به ماست پرچرب بود، بنابراین پیشنهاد می‌شود به منظور حصول ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مطلوب از این نسبت در فرمولاسیون ماست سازی استفاده شود.

۵- منابع

[1] Sun, X. and Zemel, M. B. 2007. Calcium and 1,25-Dihydroxyvitamin D_3 Regulation of Adipokine Expression. Obesity Research Journal, 15, 340-348.

[2] Zemel, M. B., Thompson W., Milstead, A., Morris, K. and Campbell, P. 2004. Calcium and dairy acceleration of weight and fat loss during energy restriction in obese adults. Obesity Research Journal, 12(4), 582-90.

[3] Sahan, N., Yasar, K. and Hayaloglu. A. A. 2008. Physical chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a β-glucan hydrocolloidal composite during storage. Journal of Food Hydrocolloids, 22, 1291-1297.

[4] Chandan, R. C., White. C. H., Kilara, A. and Hui, Y. H. 2006. Manufacturing yogurt and fermented milks. Blackwell publishing Ltd, pp, 195-220.

[5] Tamime, A. Y. and Robinson, R. K. 2007. Tamime and Robinson's Yoghurt. 3rded. New York. Woodhead Publishing Limited and CRC press LLC, pp, 322-332.

[6] Mateljan, G. 2010. The world`s healthiest foods book. Free Weekly Newsletter Publisher, pp, 70-85 .

[7] Mistry, V. V. and Hassan, H. N. 1991. Delactosed, high milk protein powder. 1. Manufacture and composition. Journal of Dairy Science, 74, 1163–1169.

[8] Mistry, V. V. and Hassan, H. N. 1992. Manufacture of nonfat yogurt from a high milk protein powder. Journal of Dairy Science, 75, 947–957.

[9] Yazici, F. and Akgun, A. 2004. Effect of some protein based fat replacers on physical, chemical, texture, and sensory properties of strained yoghurt. Journal of Food Engineering, 62, 245-254.

[10] Shakeri, M., Beyraghi tose, Sh. and Mortazavi, M. 2006. The effect of whey protein concentrates supplementation and hydrolyzed casein on physicochemical and sensory properties of yoghurt probiotic. Iranian Journal of Food Science and Technology, 3(2), 1-9.

[11] Westergaad, V. 1994. Milk powder technology evaporation and spray drying. NIRO A/S, Copenhagen, Denmark. pp, 89.

Archive of SID

www.SID.ir

[12] Nouri, M. 2010. The effect of textured skim milk on chemical, rheological and sensory properties of non fat set yogurt. M. Sc. Thesis, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran.
[13] Anon. 1995. AOAC, Official methods of analysis, (15th ed). Wshington, DC: Horwith.
[14] Tamime, A. Y., Barrantes, E. and Sword, A. M. 1996. The effect of starch based fat substitutes on the microstructure of set- style yogurt made from reconstituted skimmed milk powder. Journal of Society of Dairy Technology, 49, 1-10.
[15]Kalab, M., Wojtas. P. A. and Todd. B. E. P. 1983. Development of microstructure in set-style nonfat yogurt. Journal of Food Microstructure, 2, 51-66.

Archive of SID

www.SID.ir

Investigating the stability of chemical and physical characteristics of non–fat set yoghurt containing textured milk during the storage time

Nouri, M. [1], Ezzatpanah, H. [2*], Abbasi, S. [3], Behmadi, H. [4]

1. M. Sc. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Assistant professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Iran
3. Associate professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
4. Academic Staff, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research and Education Organization, Karaj

(Received: 90/4/26 Accepted: 91/2/23)

The aim of this study was to compare the stability of chemical and physical characteristics of non-fat set yoghurt containing textured milk to those of non-fat and full fat set yoghurt during 14 days storage at 4±1 °C. In order to produce non-fat yoghurt containing textured milk, the temperature of heated skim milk (85-90 °C for 30-35 minutes) was reduced to 42-43 °C and it was combined with 0, 10, 20, 30, 40 and 50 percent of textured milk. The chemical (pH, titratable acidity, protein, fat and total solid) and physical (colorimetrics, syneresis and water holding capacity) experiments were carried on non fat yoghurt containing textured milk, non-fat and full fat yoghurt during the first, seventh and fourteenth day of storage time in refrigerator. The results revealed that textured milk had no effect on the pH, titratable acidity, protein and fat content of yoghurts, but the storage time affected these factors (p<0.05), textured milk and storage time affected the amount of total solid in samples. Textured milk improved colorimetrics, syneresis and water holding capacity of yoghurts compared to non-fat yoghurt and this was observed during storage time too. The sample containing 30% of textured milk was the most similar one to the full fat yoghurt, so this yoghurt formulation is recommended to gain appropriate physical and chemical characteristics.

Key word: Non-fat yoghurt, Storage time, Textured milk, Chemical and physical characteristics

* Corresponding Author E-Mail address: hamidezzatpanah@srbiau.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir