تحقیقات مهندسی صنایع غذایی/جلد ۲۰/ شماره ۷۰/بهار و تابستان ۱۴۰۰/ص ۱۸-۱

سایت مجله: https://fooder.areeo.ac.ir

نوع مقاله: علمی-پژوهشی

تأثیر استفاده ازنسبت‌های مختلف شیر الاغ و شیر گاو بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی ماست قالبی

الناز قنبری[۱]، مصطفی سلطانی[۲*] و سوده محمدی[۱]

۱- دانشجوی مقطع کارشناسی‌ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده داروسازی، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده داروسازی و مرکز تحقیقات علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشکده علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت:۹۹/۴/۷ ؛ تاریخ پذیرش:۹۹/۱۰/۵

چکیده

ماست از فرآورده‌های تخمیری پرمصرف شیر است که به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا تأثیر مثبتی بر سلامتی دارد. شیر الاغ سرشار از ویژگی‌های تغذیه‌ای و درمانی بالاست که در غنی‌سازی فرآورده‌های غذایی مختلف به کار گرفته می‌شود. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر استفاده از نسبت‌های مختلف شیر الاغ و شیر گاو بر ویژگی‌های کیفی ماست قالبی است. به این منظور نمونه‌های ماست قالبی با استفاده از شیر گاو و شیر الاغ به ترتیب با نسبت‌های ۱۰۰:۰، ۰:۱۰۰، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵، ۲۵:۷۵ تولید شد. نمونه‌های تولیدشده به مدت ۱۵ روز در دمای ۱±۴ درجه سلسیوس قرار داده شدند و آزمون‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی در دوره نگهداری روی نمونه‌های ماست اجرا شد. نتایج آزمون‌های مختلف نشان داد افزایش نسبت استفاده از شیر الاغ موجب کاهش معنی‌دار ($p<0.05$) در مقادیر pH، چربی (درصد)، پروتئین (درصد)، ماده خشک (درصد)، ظرفیت نگهداری آب (درصد)، ویسکوزیته (سانتی پوآز)، سفتی بافت (نیوتن) و عطر و طعم و افزایش معنی‌دار ($p<0.05$) در مقادیر اسیدیته (درصد لاکتیک اسید) و آب‌اندازی (گرم بر ۲۵ گرم) در نمونه‌های ماست قالبی شد. برای ماست‌های قالبی تولید شده از شیر گاو و شیر الاغ با نسبت‌های ۱۰۰:۰ و ۰:۱۰۰ مقادیر pH برابر ۳/۹۵ و ۴/۱۹، اسیدیته برابر ۱/۴۷ و ۱/۲۶، آب اندازی برابر ۸/۳۹ و ۶/۳۶ و ویسکوزیته برابر ۳۸۹۰ و ۱۷۸۶۰ در روز پانزدهم انبارداری تعیین شد. درمجموع، استفاده از ترکیبات شیر الاغ و شیر گاو به نسبت‌های ۷۵:۲۵ و ۵۰:۵۰ منجر به تولید قابل‌قبول‌ترین نمونه‌های ماست قالبی ازنظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی شد.

واژه‌های کلیدی

شیر الاغ، شیر گاو، ظرفیت نگهداری آب، ماست قالبی، ویسکوزیته

مقدمه

شیر مخلوط پیچیده و غیریکنواختی از لیپیدها، کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و بسیاری از ترکیبات آلی و نمک‌های معدنی انحلال‌پذیر یا معلق در آب است

* نگارنده مسئول: Email: m.soltani@iaups.ac.ir

http://doi: 10.22092/fooder.2020.343462.1275

© 2021,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

که انرژی قابل‌توجهی تولید می‌کند، به‌طوری‌که یک لیتر شیر حدود 600 تا 700 کالری انرژی در بدن ایجاد می‌کند. در میان غذاهایی که روزانه به مصرف می‌رسد، شیر مناسب‌ترین و متعادل‌ترین ترکیب از نظر دارا بودن ارزش غذایی بسیار بالا، مواد مغذی مهمی مانند مواد معدنی (کلسیم، فسفر)، ویتامین‌های مورد نیاز، پروتئین و اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع است (Vincenzetti *et al.*, 2008; Michael *et al.*, 2010). در شیر گونه‌های مختلف پستانداران، میزان ترکیبات اصلی شیر به علت تفاوت در نیاز نوزادان متغیر است. در شیر گاو، آب 87، لاکتوز ۴/۸، چربی ۳/۵-۳/۷، پروتئین ۳/۵ و خاکستر ۰/۷ درصد از ترکیبات آن را تشکیل می‌دهد (Šarić *et al.*, 2016). مصرف شیر و فرآورده‌های آن در جهان به‌سرعت رو به افزایش است. با توجه به افزایش جمعیت، تغییر الگوی مصرف و اهمیت شیر و فرآورده‌های آن در تغذیه انسان، تولید آن نیز روند افزایشی داشته است (Sekhavatizadeh & Sadeghzadehfar, 2014). شیر الاغ به همراه شیر اسب از نظر ترکیبات، بیشترین شباهت را به شیر انسان دارند. شیر الاغ دارای مقدار زیادی لاکتوز است که باعث افزایش مطلوبیت این شیر ازنظر طعم و افزایش جذب کلسیم در روده و همچنین امکان استفاده از آن در فرآیندهای تخمیری می‌شود. بر اساس مطالعات سالیمی و همکاران (Salimei *et al.*, 2008) به نظر می‌رسد که میزان لاکتوز در شیر الاغ مستقل از نژاد، زمان شیردوشی، و مرحلهٔ شیردوشی است. مقدار لاکتوز در شیر الاغ مشابه مقدار این ماده در شیر انسان و بسیار بیشتر از مقدار آن در شیر گاو است. ازنظر مواد معدنی شیر الاغ مشابه شیر انسان اما فسفر و کلسیم آن بیشتر است. میزان چربی شیر الاغ از میزان چربی شیر انسان و شیر گاو کمتر است. میزان پروتئین شیر الاغ شبیه به میزان پروتئین شیر انسان و بسیار کمتر از میزان پروتئین شیر گاو است. pH شیر الاغ با میانگین ۰/۰۳ ± ۷/۱۸، بالاتر از pH شیر گاو است که علت آن کمتر بودن کازئین و فسفات نسبت به شیر گاو است (Dugo *et al.*, 2005; Vincenzetti *et al.*, 2008; Salimei *et al.*, 2008).

به دلیل ویژگی‌های تغذیه‌ای و دارویی شیر الاغ و شباهت آن به شیر انسان و علاقه مصرف‌کنندگان به مصرف مواد غذایی سالم، توجهات نسبت به آن نیز افزایش پیداکرده است. بر اساس یافته‌های آکادمی آلرژی آمریکا، حدود ۵ درصد از کودکان زیر ۵ سال و ۴ درصد از نوجوانان به ترکیبات مواد غذایی، خصوصاً فرآورده‌های شیری، آلرژی دارند (Boyce *et al.*, 2011). این موضوع سبب شده است توجه متخصصان تغذیه به شیر الاغ جلب شود که دلیل آن ویژگی‌های تغذیه‌ای، برخوردار بودن از فعالیت‌های ایمنولوژیکی و جلوگیری از آترواسکلروزیس است (Tafaro *et al.*, 2007). علاوه بر خصوصیاتی چون خواص تغذیه‌ای، ویژگی‌های فیزیولوژیکی چندی موجب شده است تا شیر الاغ در زمره یکی از بهترین منابع تأمین شیر قرار گیرد، ویژگی‌هایی مانند: ایمنی‌زایی (ایمنوگلوبین‌ها و سایر پروتئین‌ها)، کمک کننده‌های گوارشی (آنزیم‌ها و مهارکننده‌های آنزیمی، تثبیت کننده، انعقاد کنندگی یا حامل پروتئین‌ها) و تولید هورمون‌ها، بار میکروبی پایین به دلیل مقادیر فراوان لیزوزیم در مقایسه با شیر دیگر دام‌ها، و نبود میکروب‌های بیماری‌زا مانند *سالمونلا* و *لیستریا مونوسیتوژنز* (در صورت رعایت اصول بهداشتی در شیر الاغ)؛ از دیگر موارد می‌توان به خواص درمانی شیر الاغ ازجمله اثرهای

ضد التهابی، ضد میکروبی و ضد تصلب شرائین آن اشاره کرد (Fox, 2003; Pilla *et al.*, 2010; Salimei & Fantuz, 2012). تحقیقات همچنین نشان داده است که شیر الاغ اثرهای ضد سرطانی و ضد ویروسی گسترده‌ای دارد و می‌تواند سبب تقویت سیستم ایمنی سالمندان شود (Mao *et al.*, 2009; Amati *et al.*, 2010; Brumini *et al.*, 2013). در سالیان اخیر، پژوهش‌های متعددی در مورد این محصول صورت گرفته است. نتایج این پژوهش‌ها نشان می‌دهد که شیر الاغ محیطی مناسب برای رشد نژادهای پروبیوتیکی *لاکتوباسیلوس رامنوسوس* است و ازاین‌رو برای تولید نوشیدنی‌های پروبیوتیکی مناسب خواهد بود (Coppola *et al.*, 2002). جداسازی و شناسایی باکتری‌های پروبیوتیکی تولیدکننده اسیدلاکتیک نشان می‌دهد که شیر الاغ عمدتاً حاوی گونه‌هایی از دو جنس *استرپتوکوکوس* و *انتروکوکوس* است. وجود باکتری‌های پروبیوتیک مفید نشان می‌دهد که این شیر می‌تواند جایگزینی مناسب برای تغذیه کودکان حساس به پروتئین‌های شیر گاو باشد (Akrami, 2015). در تحقیقی دیگر، فعالیت قوی ضد میکروبی شیر الاغ آزمایش شد و عمر مفیدتر آن، مقدار ویتامین ث بالا (۳۲/۹۵ میکروگرم/میلی‌لیتر)، مقدار پروتئین (۱/۶۷ درصد وزنی/وزنی) و چربی کم (۰/۶۶ درصد وزنی/وزنی) آن نسبت به سایر منابع شیر خام نشان داده شد. موارد فوق، شیر الاغ را به یک عامل بالقوه غذایی کاربردی تبدیل می‌کند (Jasmina *et al.*, 2014). ماست در میان فرآورده‌های شیری، یک انتخاب مطلوب برای غنی‌سازی است، زیرا وجود بازار خوب و رقابت‌های تبلیغاتی، تحقیقات و پیشرفت‌های مداوم در ایجاد نوآوری محصول، دسترسی آسان، فواید زیاد و ارزش تغذیه‌ای بالا این ماده غذایی را به یک محصول تخمیری شیر پرطرفدار و پرمصرف در میان همه نسل‌ها تبدیل کرده است (Augustin & Williams, 2002). با توجه به موارد فوق و تمایل به مصرف محصولات کم‌چرب از جمله فراورده‌های لبنی کم‌چرب مانند ماست با مقادیر چربی پایین، هدف این تحقیق، تولید ماست قالبی با استفاده از شیر الاغ در نسبت‌های مختلف به جای شیر گاو و تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی نمونه‌های ماست طی ۱۵ روز دوره انبارداری است.

مواد و روش‌ها

مواد مورداستفاده: شیر خام گاو و شیر الاغ به‌صورت کامل (دارای ۳ درصد چربی برای شیر گاو و ۱/۵ درصد چربی برای شیر الاغ) به ترتیب از شرکت پگاه تهران و از استان فارس، موسسه پرورش الاغ دم طلا تهیه شد. استارتر ماست (YC-180) شامل باکتری‌های *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* از شرکت کریستین هانسن دانمارک و شیر خشک بدون چربی از شرکت لبن دوش غرب تهیه شد.

تولید نمونه‌های ماست: در ابتدا شیر الاغ و گاو تهیه‌شده در ۵ ظرف جداگانه با توجه به جدول شماره ۱ مخلوط شدند. مخلوط شیر موجود در هر ظرف تا رسیدن به دمای ۴۵ درجه سلسیوس حرارت داده شد و در این دما مقدار تعیین‌شده شیر خشک بدون چربی (۲ درصد وزنی) درحالی‌که به‌آرامی هم‌زده می‌شد به آن اضافه گردید و حرارت دهی تا دمای ۹۰ درجه سلسیوس ادامه یافت. نمونه‌ها در دمای ۹۰ درجه سلسیوس به مدت ۵ دقیقه

نگـه‌داشـته شـدند و سـپس تـا دمـای ۱±۴۴ درجـه سلسـیوس خنـک شـدند. در ایـن دمـا، اسـتارتر نـوع DVS (۳ درصـد وزنـی) بـه نمونـه‌هـای شـیر اضـافه و برای همگن‌سازی بـه‌آرامـی هـم زده شـدند. نمونـه‌هـا در ظـرف‌هـای مـوردنظر بـرای تهیـه ماسـت ریختـه و بـه گرم‌خانـه بـا دمـای ۱±۴۲ درجـه سلسـیوس تـا رسـیدن بـه pH= ۴/۶ قـرار داده شـدند. نمونـه‌هـای ماسـت پـس از خـارج کـردن از گـرم‌خانـه، در یخچـال بـا دمـای ۱±۴ درجـه سلسـیوس بـه مـدت ۱۵ روز قـرار داده شـدند. روز پـس از تولیـد بـه‌عنـوان روز اول انبـارداری در نظـر گرفتـه شـد و آزمـایش‌هـای فیزیکوشـیمیایی، بـافتی و حسـی در روزهـای اول، هشـتم و پـانزدهم از دوره انبـارداری روی نمونـه‌هـا اجـرا شد.

جدول ۱- نسبت‌های متفاوت شیر الاغ و شیر گاو مورد استفاده تولید ماست قالبی

کد نمونه	شیر گاو (درصد)	شیر الاغ (درصد)
A	۰	۱۰۰
B	۱۰۰	۰
C	۵۰	۵۰
D	۲۵	۷۵
E	۷۵	۲۵

آزمـون‌هـای فیزیکوشـیمیایی: مـاده خشـک و مـاده خشـک بـدون چربـی، مطـابق اسـتانداردهای ملـی ایـران بـه شـماره‌هـای ۲۸۵۲ و ۶۹۵ برحسـب رسـاندن بـه وزن ثابـت بـا اسـتفاده از آون، درصـد پـروتئین بـا روش میکروکجـدال (اسـتاندارد AOAC ۱۹۹۰) و درصـد چربـی بـه روش ژربـر (مطـابق اسـتاندارد ملـی ایـران شـماره ۶۹۵، ۱۳۸۷) در روز اول انبـارداری تعیـین شـد. در روزهـای مختلـف انبـارداری، pH مطـابق با اسـتاندارد ملـی ایـران شـماره ۲۸۵۲ بـا اسـتفاده از pH متـر بـا مشخصـات فنـی (SANA SL-901)، اسـیدیته منطبـق بـر اسـتاندارد ملـی ایـران شـماره ۲۸۵۲ تـا مشاهده رنگ صورتی کـم‌رنـگ پایـدار بـه مـدت ۵ ثانیـه، ویسـکوزیته بـا اسـتفاده از ویسـکومتر بروکفیلـد در ۴ درجه سلسـیوس بـا اسـپیندل LV شـماره ۴ بـا چـرخش ۱۰۰ دور در دقیقـه و گذشـت ۳۰ ثانیـه از زمـان چـرخش اسـپیندل بـرای ثبـت ویسـکوزیته مـلاک قـرار گرفت و نتـایج برحسـب سـانتی پـوآز بیـان شـد (Mantzouridou *et al.*, 2019)، ظرفیـت نگهـداری آب بـا روش بـه‌کاررفتـه توسـط سـاهان و همکـاران (Sahan *et al.*, 2006) و آب‌انـدازی بـا روش آلکادامـان و همکـاران (Alkadaman *et al.*, 2002) بـه دسـت آمـد؛ بـرای ایـن کـار ۲۵ گـرم نمونـه ماسـت روی کاغـذ صـافی واتمـن شـماره ۴۳ قرارگرفتـه روی قیـف شیشـه‌ای در داخـل اسـتوانه مـدرج ریختـه و در یخچـال بـه مـدت ۲ سـاعت نگهـداری شـد. بـا تـوزین آب خـارج‌شـده از نمونـه‌هـا، آب‌اندازی با واحد گرم بر ۲۵ گرم بیان شد.

آزمـون حسـی: ارزیـابی حسـی توسـط یـک گـروه ارزیـاب ۹ نفـره از دانشـجویان و اسـتادان گـروه صـنایع غـذایی دانشـگاه علـوم پزشـکی آزاد اسـلامی تهـران در محـدوده سـنی ۴۰-۲۲ سـال صـورت گرفـت کـه در رژیـم غـذایی خـود از ماسـت اسـتفاده مـی‌کردنـد. نمونـه‌هـای ماسـت در ظـرف‌هـای پلاسـتیکی دارای کـدهای ۳ رقمـی بـه همـراه آب در دمـای ۲۰-۱۸ درجـه سلسـیوس در اختیـار ارزیابـان قـرار داده شـد. بـرای

ارزیابی ویژگی‌های "ظاهر و رنگ" و "قوام و بافت" از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای و برای ارزیابی ویژگی "مزه و بو" از روش مقیاس هدونیک ترکیبی (هدونیک ۱۰ امتیازی) استفاده شد. ارزیابی‌ها بر مبنای ویژگی‌های ظاهر و رنگ (از ۱ تا ۵ امتیاز)، بافت و قوام (از ۱ تا ۵ امتیاز) و بو و مزه (از ۱ تا ۱۰ امتیاز) به انجام رسید (Karaca *et al.*, 2019).

آزمون بافتی: برای آزمون بافتی نمونه‌های ماست از دستگاه بافت سنج[1] مدل TA.XT2 با Load cell ۵ کیلوگرمی و برای تعیین پارامترهای بافتی از روش اکستروژن معکوس[2] استفاده شد و شاخص‌های مربوط به بافت ماست‌ها (سفتی[3]، کشسانی[4]، پیوستگی[5]، چسبندگی[6]) در روزهای اول و پانزدهم انبارداری تعیین شدند (Brennan & Tudorica, 2008).

طرح آماری: این مطالعه به‌صورت طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمون فاکتوریل و محاسبات آماری آن با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ و آزمون مقایسه میانگین دانکن اجرا شد. معنی‌دار بودن تفاوت بین میانگین‌ها در سطح $\alpha = ۰/۰۵$ بررسی شد. تولید نمونه‌ها در سه تکرار و در سه روز متوالی ادامه یافت و تمامی آزمون‌ها در دو تکرار صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از آزمون‌های شیمیایی شیر خام گاو و الاغ در جدول ۲ ارائه شده است. منطبق با مطالب گفته شده، میزان چربی، پروتئین و ماده خشک شیر الاغ، در مقایسه با شیر گاو، کمتر و pH آن بیشتر است.

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی شیر الاغ و شیر گاو مورداستفاده برای تولید ماست قالبی

نوع شیر	pH	چربی (درصد)	پروتئین (درصد)	ماده خشک (درصد)
شیر الاغ	۷/۰±۰/۰۶	۱/۵±۰/۱۰	۱/۱۷±۰/۰۷	۱۰/۰±۰/۰۹
شیر گاو	۶/۷±۰/۰۵	۳/۰±۰/۰۰	۳/۳۲±۰/۰۸	۱۲/۴۴±۰/۱۱

نتایج به دست آمده از آزمون‌های فیزیکوشیمیایی در جدول ۳ ارائه شده است.

pH: با افزایش مقدار شیر الاغ، pH نمونه‌های ماست به‌طور معناداری ($p<0.05$) کاهش یافت. شیر الاغ در مقایسه با شیر گاو دارای مقدار پروتئین کمتر و لاکتوز بیشتر است. مقادیر کازئین و فسفات کمتر می‌تواند موجب بالاتر بودن pH در شیر الاغ نسبت به شیر گاو شود. بااین‌حال در مراحل تخمیر و تولید ماست حضور لاکتوز به دلیل اثر آن در تولید لاکتیک اسید نقش مهمی ایفا می‌کند. از این رو کاهش pH در نمونه‌های ماست در اثر افزایش مقدار شیر الاغ در ترکیب شیر مورداستفاده برای تولید محصول را می‌توان به در دسترس بودن لاکتوز بیشتر برای باکتری‌های استارتر و تولید بیشتر لاکتیک اسید نسبت داد (Gue *et al.*, 2007; Salimei *et al.*, 2008). کاهش pH در دوره انبارداری همراه با افزایش فعالیت باکتری‌های استارتر در دوره نگهداری و افزایش تولید لاکتیک اسید است. تولید لاکتیک اسید بر اثر تجزیه لاکتوز منجر به تحریک بیشتر باکتری‌های استارتر و تولید

1- Texture Analyzer
2- Back extrusion
3- Hardness
4- Springiness
5- Cohesiveness
6- Adhesivness

لاکتیک اسید بیشتر و کاهش مداوم pH در روزهای انبارداری می‌گردد (Sodini *et al.*, 2006; Ahmad *et al.*, 2008; Ramchandran & shah, 2009). این نتایج با نتایج مطالعات مودگیل و همکاران (Mudgil *et al.*, 2018) مبنی بر تولید ماست با شیر شتر با استفاده از ژلاتین و بررسی خصوصیات رئولوژیکی، ریز ساختاری و حسی آن هم‌راستا است. پژوهش مودگیل و همکاران نیز، کاهش میزان pH در ۲۱ روز از دوره انبارداری نشان داده شد.

اسیدیته: با افزایش مقدار شیر الاغ و با گذشت زمان، اسیدیته نمونه‌های ماست به‌طور معناداری ($p<0.05$) افزایش یافت. وجود مقادیر بیشتری از لاکتوز در شیر الاغ نسبت به شیر گاو احتمالاً می‌تواند سبب فراهم کردن زمینه‌ای برای فعالیت بیشتر باکتری‌های استارتر شود و موجبات افزایش تولید لاکتیک اسید و درنتیجه افزایش اسیدیته محصول نهایی را فراهم آورد (Bakirci *et al.*, 2008). شوری (Shori, 2013) در بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی و زنده‌مانی باکتری لاکتیک اسید ماست سویا تولیدشده از شیر شتر و شیر گاو نشان داد که اسیدیته طی ۲۱ روز از دوره انبارداری افزایش می‌یابد و این افزایش در ماست سویا تولید شده از شیر شتر و شیر گاو، در مقایسه با ماست‌های کنترل (فاقد سویا)، بیشتر است. این محقق می‌گوید این امر می‌تواند در اثر فعالیت متابولیکی باکتری‌های آغازگر ماست در دوره نگهداری در سردخانه و اسیدی شدن ثانویه باشد. در دوره انبارداری در دمای صفر تا ۵ درجه سلسیوس، بتاگالاکتوزیداز از باکتری‌های لاکتیک اسید آزاد می‌شود و لاکتوز را هیدرولیز می‌کند (Kailasapathy & Sultana, 2003). این فرآیند به تجمع محصولات ثانویه تولید شده در اثر فعالیت متابولیکی باکتری‌های آغازگر ماست اعم از لاکتیک اسید، استیک اسید، فرمیک اسید، سیتریک اسید، بوتیریک اسید و استالدئید کمک می‌کند (Novak & Loubiere, 2000).

ظرفیت نگهداری آب: ظرفیت نگهداری نمونه‌های ماست با افزایش مقدار شیر الاغ به‌طور معناداری ($p<0.05$) کاهش یافت. در فرآیند تولید ماست، شبکه ژلی پروتئینی با اتصالات عرضی باندهای دی سولفیدی بین پروتئین‌های آب پنیر دناتوره (واسرشت شده) و مولکول‌های کاپاکازئینی تقویت می‌شود. پیوند عرضی باند دی‌سولفیدی میان بتالاکتوگلوبولین و کاپاکازئین در دوره اسیدی کردن، به‌طور خاص تحت تأثیر نوع شیر مصرفی و دمای واسرشت شدن است که خود منجر به تشکیل پروتئین‌های آب پنیر پوشیده شده با میسل‌های کازئینی می‌گردد (Vasbinder & De Kruif, 2003; Vasbinder *et al.*, 2003). پروتئین‌ها به‌عنوان ترکیبات دارای ظرفیت نگهداری آب در فرآورده‌های غذایی شناخته می‌شوند. مقادیر پروتئین در شیر الاغ و شیر گاو مورداستفاده برای تولید نمونه‌های ماست متفاوت بود. از این رو به دلیل کم بودن میزان پروتئین‌های مؤثر در تشکیل ژل ماست اعم از بتالاکتوگلوبولین، کازئین و پروتئین‌های آب پنیر در شیر الاغ نسبت به شیر گاو، ظرفیت نگهداری آب در نمونه‌های ماست قالبی تولیدشده با ترکیب شیرهای دارای مقادیر بیشتر شیر الاغ نسبت به سایر نمونه‌ها دچار کاهش شد (Phino *et al.*, 2012). مودگیل و همکاران (Mudgil *et al.*, 2018) در بررسی ویژگی‌های رئولوژیک، ریزساختار و حسی ماست شیر شتر حاوی ژلاتین گزارش داده‌اند که آب‌اندازی در نمونه ماست تولیدشده از شیر شتر در قیاس با سایر نمونه‌ها افزایش و ظرفیت نگهداری آب کاهش یافت. علت احتمالی این امر دارا بودن مقادیر بالاتری از

ترکیبات ضد میکروبی (لیزوزیم، لاکتوفرین، ایمونوگلوبولین‌ها) و همچنین مقدار پروتئین (بتاکازئین، بتالاکتوگلوبولین، کاپاکازئین) کمتر شیر شتر در مقایسه با شیر گاو است. ظرفیت نگهداری آب در دوره انبارداری در تمامی نمونه‌ها به‌طور معناداری ($p<0.05$) افزایش یافت. نمونه‌های ماست قالبی تولیدشده از ترکیب نسبت بیشتر شیر گاو، به دلیل دارا بودن مقدار پروتئین بیشتر، ظرفیت نگهداری آب بالاتری در دوره انبارداری داشتند.

آب‌اندازی: با افزایش مقدار شیر الاغ، آب‌اندازی نمونه‌های ماست به‌طور معناداری ($p<0.05$) افزایش یافت. شیر الاغ حاوی ماده خشک کمتر و آب بیشتر نسبت به شیر گاو است. همچنین به دلیل وجود ماده خشک کمتر، جذب و نگهداری آب بر اثر ترکیبات موجود در ماده خشک در فرآورده‌های تولیدشده از شیر الاغ، نسبت به فرآورده‌های تولیدشده از شیر گاو، کمتر است. با توجه به این موارد، با افزایش نسبت شیر الاغ در ترکیب شیر برای تولید نمونه‌های ماست قالبی، میزان آب‌اندازی در آن‌ها افزایش پیدا کرد. علت این امر می‌تواند احتمالاً به دلیل آلبومینی بودن شیر الاغ و کازئینی بودن شیر گاو باشد. در شیرهای آلبومینی، میزان پروتئین‌های محلول بیشتر از میزان کازئین است و آب‌اندازی بیشتر خواهد بود (Vincenzetti *et al.*, 2012). موشین و همکاران (Moshin *et al.*, 2019) در بررسی بهبود کیفی ماست خرما تهیه شده از شیر شتر با افزودن زانتان بیوسنتز شده از ضایعات پرتقال گزارش داده‌اند که آب اندازی نمونه تولیدشده از شیر شتر، بدون افزودن خرما و پایدارکننده‌ها در قیاس با سایر نمونه‌ها افزایش معناداری داشت که هم سو با مطالعه حاضر است. با گذشت مدت‌زمان نگهداری، میزان آب‌اندازی در اکثر نمونه‌ها به‌طور معناداری ($p<0.05$) کاهش یافت. به علت هیدرولیز پروتئین‌ها طی زمان، اسیدهای آمینه و پلی پپتیدهای کوتاه‌زنجیر تولید می‌شوند که هیدرو فیلیک هستند و باعث بهبود ظرفیت نگهداری آب و کاهش آب‌اندازی می‌شوند. کاهش میزان آب‌اندازی در نمونه‌های مختلف ماست در دوره انبارداری به افزایش قدرت اتصال شبکه سه‌بعدی پروتئینی در ماست و درنتیجه افزایش قدرت حبس آب در این شبکه سه‌بعدی نسبت داده‌شده است (Vincenzetti *et al.*, 2012).

ویسکوزیته: بر اساس جدول ۴، با افزایش مقدار شیر الاغ، ویسکوزیته نمونه‌های ماست به‌طور معناداری ($p<0.05$) کاهش می‌یابد. ماده خشک و به‌ویژه مقدار پروتئین شیر با دارا بودن ویژگی جذب و نگهدارندگی آب، تأثیر مهمی بر ویسکوزیته محصول می‌گذارد. با توجه به اینکه شیر الاغ دارای ماده خشک و پروتئین کمتری نسبت به شیر گاو است، می‌توان نتیجه گرفت که افزایش نسبت شیر الاغ در ترکیب شیرهای مورداستفاده برای تولید نمونه‌های ماست قالبی، موجب کاهش ویسکوزیته ماست‌های قالبی تولیدشده شده است (Mariyani, 2008; Azizinya *et al.*, 2009). ویسکوزیته نمونه‌های ماست در دوره انبارداری به‌طور معناداری ($p<0.05$) افزایش‌یافته است. افزایش ویسکوزیته می‌تواند به علت ایجاد تغییرات در اتصالات پروتئینی و استحکام شبکه سه‌بعدی پروتئینی در نمونه‌های ماست در دوره انبارداری باشد (Oftedal, 1984).

جدول ۳- نتایج آزمون‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های ماست

آزمون فیزیکوشیمیایی	نمونه	روز ۱	روز ۸	روز ۱۵
pH	A	۴/۴۰±۰/۰۲ aC	۴/۲۶±۰/۰۴ aB	۳/۹۵±۰/۰۴ aA
	B	۴/۵۳±۰/۰۳ bC	۴/۴۰±۰/۰۳ bB	۴/۱۹±۰/۰۲ cA
	C	۴/۴۷±۰/۰۱ abC	۴/۳۴±۰/۰۱ abB	۴/۱۱±۰/۰۴ bcA
	D	۴/۴۳±۰/۰۴ aC	۴/۳۰±۰/۰۴ abB	۴/۰۲±۰/۰۴ abA
	E	۴/۴۹±۰/۰۱ abC	۴/۳۶±۰/۰۲ abB	۴/۱۵±۰/۰۴ bcA
اسیدیته (درصد لاکتیک اسید)	A	۱/۲۹±۰/۰۲ cA	۱/۳۸±۰/۰۱ bB	۱/۴۷±۰/۰۴ bC
	B	۱/۰۱±۰/۰۲ aA	۱/۰۸±۰/۰۳ aAB	۱/۲۶±۰/۰۲ aB
	C	۱/۱۲±۰/۰۲ bA	۱/۱۹±۰/۰۲ abB	۱/۳۱±۰/۰۳ abC
	D	۱/۲۳±۰/۰۴ cA	۱/۳۱±۰/۰۲ bB	۱/۳۸±۰/۰۳ abC
	E	۱/۰۳±۰/۰۲ aA	۱/۱۱±۰/۰۲ aAB	۱/۲۷±۰/۰۳ aB
آب‌اندازی (گرم در ۲۵ گرم)	A	۹/۸۲±۰/۱۱ dB	۸/۵۰±۰/۱۱ dA	۸/۳۹±۰/۰۹ cA
	B	۷/۵۳±۰/۰۶ aB	۶/۵۹±۰/۰۸ aA	۶/۳۶±۰/۰۵ aA
	C	۸/۶۵±۰/۰۸ bC	۷/۹۵±۰/۰۶ cB	۷/۰۲±۰/۰۹ bA
	D	۹/۲۴±۰/۰۶ cB	۸/۳۱±۰/۰۱ cdA	۸/۲۷±۰/۰۷ cA
	E	۷/۷۷±۰/۰۶ aC	۷/۴۷±۰/۰۷ bB	۷/۲۸±۰/۰۹ bA
ظرفیت نگهداری آب (درصد)	A	۱۸/۸۴±۰/۳۳ aA	۲۰/۳۳±۰/۴۰ aB	۲۴/۳۲±۰/۰۵ aC
	B	۲۸/۱۶±۰/۱۰ dA	۲۸/۴۳±۰/۰۵ cA	۳۰/۹۴±۰/۰۶ dB
	C	۲۵/۴۹±۰/۱۹ cA	۲۵/۹۱±۰/۰۸ bA	۲۹/۳۵±۰/۳۷ cB
	D	۲۳/۱۳±۰/۲۴ bA	۲۴/۱۷±۰/۲۳ bA	۲۷/۵۷±۰/۲۸ bB
	E	۲۶/۹۵±۰/۵۷ bcA	۲۷/۲۴±۰/۲۵ cA	۳۰/۹۲±۰/۱۶ dB
ویسکوزیته (سانتی پوآز)	A	۳۴۰۰/۰۰±۲۰/۰۰ aA	۳۵۳۰/۰۰±۲۵/۰۰ aA	۳۸۹۰/۰۰±۳۰/۰۰ aB
	B	۱۸۷۲۵/۰۰±۲۵/۰۰ eA	۱۸۷۳۲/۰۰±۲۰/۰۰ eA	۱۸۷۶۰/۰۰±۲۰/۰۰ eB
	C	۶۲۹۰/۰۰±۱۰/۰۰ cA	۶۷۴۰/۰۰±۱۰/۰۰ cA	۷۲۸۰/۰۰±۲۰/۰۰ cB
	D	۵۶۲۰/۰۰±۶۰/۰۰ bA	۵۹۱۰/۰۰±۴۰/۰۰ bA	۶۳۱۰/۰۰±۳۰/۰۰ bB
	E	۱۰۶۰۰/۰۰±۲۰/۰۰ dA	۱۱۳۰۰/۰۰±۲۰/۰۰ dA	۱۲۹۳۰/۰۰±۱۰/۰۰ dB

۱-مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیده است.

۲-حروف کوچک و بزرگ به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در ستون و سطر در سطح احتمال ۵ درصد است.

۳- نمونه‌ها: A: شیر الاغ کامل، B : شیر گاو کامل، C: ۵۰٪ شیر الاغ + ۵۰٪ شیر گاو، D: ۷۵٪ شیر الاغ + ۲۵٪ شیر گاو، E: ۲۵٪ شیر الاغ + ۷۵٪ شیر گاو

ماده خشک، چربی و پروتئین: با افزایش مقدار شیر الاغ مشاهده می‌شود که ماده خشک، چربی و پروتئین نمونه‌های ماست به‌طور معناداری ($p<0.05$) کاهش یافته است. مطابق با جدول ۴ و همان‌گونه که انتظار می‌رفت، کمتر بودن ماده خشک، چربی و پروتئین در شیر الاغ منجر به تولید ماست قالبی دارای مقادیر کم از این مواد، در مقایسه با سایر نمونه‌ها، شده است.

جدول ٤- نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری پروتئین، چربی و مادهٔخشک نمونه‌های ماست

نمونه	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	ماده خشک (درصد)
A	۲/۳۰±۰/۱۰ a	۱/۶۵±۰/۰۵ a	۱۳/۷۳±۰/۰۲ a
B	۳/۱۰±۰/۱۰ b	۳/۰۵±۰/۰۵ c	۱۵/۱۲±۰/۶۱ a
C	۲/۵۰±۰/۰۰ a	۲/۱۵±۰/۰۵ b	۱۴/۵۴±۰/۱۵ a
D	۲/۴۵±۰/۰۵ a	۱/۹۰±۰/۱۰ ab	۱۳/۷۷±۰/۰۵ a
E	۲/۵۵±۰/۰۵ a	۲/۹۰±۰/۱۰ c	۱۴/۹۴±۰/۰۵۵ a

۱-مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیده است.

۲-حروف کوچک بیانگر اختلاف معنی‌دار در ستون و در سطح احتمال ۵ درصد هستند.۳- نمونه‌ها: A: شیر الاغ کامل،B : شیر گاو کامل، C: ۵۰٪ شیر الاغ + ۵۰٪ شیر گاو،D: ۷۵٪ شیر الاغ + ۲۵٪ شیر گاو، E: ۲۵٪ شیر الاغ + ۷۵٪ شیر گاو

ارزیابی بافت: نتایج آزمون‌های بافتی در جدول شماره ۵ ارائه شده است. مطابق این جدول، با افزایش مقدار شیر الاغ، سفتی بافت نمونه‌های ماست به‌طور معناداری ($p<0.05$) کاهش یافته است. مقدار و نوع پروتئین‌های شیر عامل اصلی تأثیرگذار در سفتی بافت محصولات تولیدشده از آن دارد. علاوه بر مورد فوق، مقدار چربی شیر و چگونگی فرایند تولید نیز از عوامل مؤثر در سفتی بافت فرآورده نهایی است. کم بودن مقدار پروتئین در شیر الاغ، نسبت به شیر گاو، در کنار کم بودن مقدار چربی می‌تواند دلیلی باشد بر استحکام ضعیف‌تر شبکه پروتئینی، جذب و حبس کمتر آب و سفتی کمتر بافت در نمونه‌های ماست قالبی تولیدشده با ترکیب شیرهای دارای نسبت بیشتر شیر الاغ (Malacarne *et al.*, 2002; Azizinya *et al.*, 2009). بر اساس پژوهش نگویان و همکاران (Nguyen *et al.*, 2018) در ارتباط با اختلاف در ریزساختار و خواص رئولوژیکی ماست‌های کم‌چرب تولیدشده از شیر گاو، شیر گوسفند و شیر بز، سفتی ژل‌های ماست به‌طور معناداری تحت تأثیر نوع شیر مورداستفاده در تولید ماست است. به‌طوری‌که ماست گوسفندی بیشترین میزان سفتی را دارا بود که علت آن احتمالاً غلظت بالای پروتئین در شیر گوسفند در مقایسه با شیر گاو و بز است که نتایج آن با نتایج تحقیق حاضر همسوست. تغییرات پیوستگی نمونه‌های ماست در دوره انبارداری معنادار ($p<0.05$) نیست. استحکام بیشتر ساختار ژلی نمونه‌های ماست با گذشت دوره انبارداری احتمالاً موجب ایجاد نیروی پیوستگی بیشتر در شبکه پروتئینی می‌شود (Malacarane *et al.*, 2002). با افزایش شیر الاغ، امتیاز آزمون چسبندگی بافت به‌طور معناداری ($p<0.05$) کاهش یافته است. میزان پروتئین بر شاخص سفتی بافت و درنتیجه چسبندگی بافت تأثیرگذار است، در این آزمون نشان داده شد که بیشترین چسبندگی مربوط به نمونه تولیدشده از شیر گاو خالص است که نسبت به شیر الاغ پروتئین بیشتری دارد. شیر الاغ مانند شیر بز مقدار کازئین و α_{s1}- casein کمتر و مقدار نیتروژن غیر پروتئینی بالا دارد. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که نوع پروتئین شیر (کازئین‌ها و پروتئین‌های آب‌پنیر) و نسبت پروتئین‌ها، جدا از غلظت کل پروتئین‌ها، در تشکیل ژل و ساختار ماست مؤثرند (Vincenzetti *et al.*, 2008; Nguyen *et al.*, 2018). استفاده از ترکیبات مختلف شیر الاغ و گاو تأثیر معناداری ($p<0.05$) بر ویژگی کشسانی بافت نمونه‌های ماست در دوره انبارداری دارد. با افزایش

مقدار شیر الاغ، ویژگی کشسانی بافت نمونه‌های ماست به‌طور معناداری ($p<0.05$) کاهش یافته است. ویژگی کشسانی بافت نمونه‌های ماست. در دوره انبارداری به‌طور معناداری ($p<0.05$) کاهش‌یافته است.

در بین نمونه‌های ماست قالبی در دوره انبارداری، کمترین مقدار کشسانی متعلق به نمونه ماست تولیدشده از شیر خالص الاغ و بیشترین مقدار متعلق به نمونه ماست تولیدشده از شیر خالص گاو است.

جدول ۵- نتایج حاصل از ارزیابی آزمون بافت در نمونه‌های ماست

آزمون بافت	نمونه	روز ۱	روز ۱۵
سفتی (نیوتون)	A	۰/۰۹±۰/۰۰ aA	۰/۱۰±۰/۰۱ aA
	B	۰/۲۹±۰/۰۱ dA	۰/۳۱±۰/۰۰ cA
	C	۰/۱۴±۰/۰۱ bA	۰/۱۷±۰/۰۱ bA
	D	۰/۱۱±۰/۰۱ aA	۰/۱۲±۰/۰۱ aA
	E	۰/۱۷±۰/۰۰ cA	۰/۱۹±۰/۰۱ bA
پیوستگی	A	۰/۸۷±۰/۰۱ bA	۰/۹۰±۰/۰۱ bA
	B	۰/۴۷±۰/۰۱ aA	۰/۵۱±۰/۰۲ aA
	C	۰/۵۱±۰/۰۲ aA	۰/۵۴±۰/۰۰ aA
	D	۰/۸۲±۰/۰۴ bA	۰/۸۳±۰/۰۳ bA
	E	۰/۴۴±۰/۰۵ aA	۰/۴۶±۰/۰۲ aA
چسبندگی	A	۰/۱۵±۰/۰۵ aA	۰/۲۵±۰/۰۵ aB
	B	۰/۸۰±۰/۰۰ cA	۰/۹۵±۰/۰۵ bB
	C	۰/۱۵±۰/۰۵ aA	۰/۲۰±۰/۰۰ aB
	D	۰/۱۵±۰/۰۵ aA	۰/۲۰±۰/۱۰ aB
	E	۰/۴۰±۰/۰۰ bA	۰/۴۵±۰/۰۵ aB
کشسانی (میلی‌متر)	A	۴/۸۳±۰/۵۱ aB	۴/۰۵±۰/۲۰ aA
	B	۶/۹۷±۰/۱۴ bB	۶/۶۷±۰/۰۳ bA
	C	۴/۸۹±۰/۱۲ aB	۴/۱۵±۰/۱۶ aA
	D	۴/۸۶±۰/۲۶ aB	۴/۱۲±۰/۲۱ aA
	E	۴/۹۴±۰/۲۶ aB	۴/۲۲±۰/۲۷ aA

۱-مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیده است.

۲-حروف کوچک و بزرگ به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در ستون و سطر در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

۳- نمونه‌ها: A: شیر الاغ کامل،B : شیر گاو کامل، C: ۵۰٪ شیر الاغ + ۵۰٪ شیر گاو،D: ۷۵٪ شیر الاغ + ۲۵٪ شیر گاو، E: ۲۵٪ شیر الاغ + ۷۵٪ شیر گاو

ارزیابی حسی: نتایج آزمون‌های حسی در جدول ۶ ارائه شده است. مطابق این جدول با افزایش مقدار شیر الاغ امتیاز ظاهر و رنگ نمونه‌های ماست به‌طور معناداری ($p<0.05$) کاهش یافته است. میزان پروتئین شیر و به‌ویژه میزان کازئین شیر بر رنگ سفید شیری تشکیل‌شده در محصول نهایی تأثیرگذار است. کازئین‌ها با انعکاس نور موجب ظهور واضح‌تر رنگ سفید شیری در فرآورده‌های لبنی می‌شوند. کم بودن پروتئین در شیر الاغ می‌تواند باعث کاهش انعکاس نور و کاهش میزان کیفیت در ظاهر و رنگ نمونه‌های ماست قالبی شود (Jirillo *et al.*, 2010). با افزایش مقدار شیر الاغ، امتیاز بافت و قوام نمونه‌های ماست به‌طور معناداری ($p<0.05$) کاهش یافته است. کم بودن میزان ماده خشک، پروتئین و چربی در شیر الاغ می‌تواند موجب کاهش میزان بافت و قوام در نمونه‌های ماست قالبی شود (Guo *et al.*, 2007). در همین زمینه، نتایج آزمون قوام و بافت توسط ارزیابان با نتایج آزمون سفتی بافت مطابقت کامل داشت. بافت و قوام نمونه‌های ماست در دوره انبارداری به‌طور معناداری ($p<0.05$) افزایش‌یافته است. مانتزوریدو و همکاران (Mantzouridou *et al.*, 2019) نیز می‌گویند ایجاد تغییرات در آرایش و اتصالات پروتئین‌های شیر با یکدیگر با گذشت زمان می‌تواند موجب تشکیل اتصالات پروتئینی مستحکم‌تر و ایجاد قوام بیشتر در فرآورده‌ای مانند ماست شود. با افزایش مقدار شیر الاغ، امتیاز بو و مزه نمونه‌های ماست به‌طور معناداری ($p<0.05$) کاهش یافته است. میزان پروتئین و به‌ویژه مقدار چربی شیر، روی بو و مزه نهایی فرآورده تأثیرگذار است. چربی شیر دارای عوامل متعدد مؤثر بو و مزه مانند استرها، اسیدهای چرب و الکل‌ها است و کمبود آن می‌تواند تأثیر منفی بر بو و مزه فرآورده نهایی بگذارد. با توجه به موارد فوق، کم بودن مقدار چربی در شیر الاغ می‌تواند موجب کاهش امتیاز بو و مزه ماست‌های قالبی تولیدشده از شیر ترکیبی دارای نسبت بیشتر شیر الاغ شود (Malacarne *et al.*, 2002; Polidori & Vincenzetti, 2012). عطروطعم نمونه‌های ماست در طول دوره انبارداری به‌طور معناداری ($p<۰/۰۵$) کاهش‌یافته است. تداوم و افزایش فعالیت لاکتیک اسید باکتری‌ها در دوره انبارداری منجر به تولید لاکتیک اسید بیشتر شده و بیشتر شدن عطروطعم اسیدی احتمالاً سبب پوشانده شدن عوامل مولد عطروطعم گردیده و موجب کاهش امتیاز این پارامتر از دیدگاه ارزیابان شده است (Yang *et al.*, 2006).

جدول ٦- نتایج حاصل از ارزیابی آزمون حسی در نمونه‌های ماست

آزمون حسی	نمونه	روز ۱	روز ۸	روز ۱۵
رنگ و ظاهر	A	۴/۱۴±۰/۱۴ aB	۴/۰۰±۰/۱۵ aAB	۳/۹۳±۰/۰۷ aA
	B	۴/۷۹±۰/۰۷ bB	۴/۷۱±۰/۱۴ bB	۴/۵۰±۰/۰۸ bA
	C	۴/۵۷±۰/۱۵ abB	۴/۳۵±۰/۰۷ abA	۴/۳۵±۰/۰۷ abA
	D	۴/۲۱±۰/۰۷ abB	۴/۱۴±۰/۱۴ abAB	۴/۰۷±۰/۰۷ abA
	E	۴/۶۵±۰/۸۰ abB	۴/۵۰±۰/۰۷ abA	۴/۴۳±۰/۱۵ abA
بافت و قوام	A	۳/۳۵±۰/۰۷ aA	۳/۴۳±۰/۱۵ aAB	۳/۵۰±۰/۰۷ aB
	B	۴/۷۹±۰/۰۶ cA	۴/۸۶±۰/۱۴ bAB	۴/۹۳±۰/۰۸ cB
	C	۴/۲۸±۰/۱۴ bA	۴/۳۵±۰/۰۷ bAB	۴/۵۰±۰/۰۷ bB
	D	۳/۶۴±۰/۰۷ aA	۳/۷۱±۰/۰۰ aAB	۳/۷۹±۰/۱۰ ab
	E	۴/۵۰±۰/۰۸ bcA	۴/۶۵±۰/۰۸ bB	۴/۷۹±۰/۱۰ bc
بو و مزه	A	۹/۱۴±۰/۱۴ aB	۹/۰۰±۰/۱۵ aB	۸/۶۴±۰/۰۶ aA
	B	۹/۷۸±۰/۰۷ bB	۹/۶۴±۰/۱۹ bB	۹/۳۵±۰/۰۷ bcA
	C	۹/۵۷±۰/۰۰ abB	۹/۳۶±۰/۰۸ abA	۹/۲۹±۰/۱۵ bcA
	D	۹/۳۵±۰/۰۸ abC	۹/۱۴±۰/۱۴ aB	۸/۹۳±۰/۰۸ abA
	E	۹/۶۴±۰/۰۸ bB	۹/۵۷±۰/۰۰ bAB	۹/۵۰±۰/۰۷ dA

۱-مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیده است.

۲-حروف کوچک و بزرگ به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در ستون و سطر در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

۳- نمونه‌ها: A: شیر الاغ کامل،B : شیر گاو کامل، C: ۵۰٪ شیر الاغ + ۵۰٪ شیر گاو،D: ۷۵٪ شیر الاغ +۲۵٪ شیر گاو، E: ۲۵٪ شیر الاغ + ۷۵٪ شیر گاو

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، از ترکیب شیر الاغ و شیر گاو با نسبت‌های ۰:۱۰۰، ۱۰۰:۰، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ و ۷۵:۲۵ برای تولید نمونه‌های ماست قالبی استفاده شد. نمونه‌های ماست به مدت ۱۵ روز در دمای یخچال نگهداری شدند و آزمون‌های فیزیکی شیمیایی، بافتی و حسی در دوره انبارداری روی نمونه‌ها صورت گرفت. نتایج آزمون‌ها نشان داد که با افزایش میزان شیر الاغ در ترکیب شیر مورداستفاده، مقدار اسیدیته، آب‌اندازی و پیوستگی بافت در نمونه‌های ماست دچار افزایش معناداری می‌شود. همچنین افزایش میزان شیر الاغ در ترکیب شیر مورداستفاده، منجر به کاهش معنادار ($p<0.05$) ویژگی‌های pH، ظرفیت نگهداری آب، ظاهر و رنگ، بافت و قوام، عطروطعم، ویسکوزیته، سفتی بافت، چسبندگی بافت، کشسانی بافت، پروتئین، ماده خشک و چربی شده است. از سوی دیگر، با گذشت زمان در دوره انبارداری، درحالی‌که افزایش معناداری ($p<0.05$) در ویژگی‌های اسیدیته، ظرفیت نگهداری آب، بافت و قوام، پیوستگی بافت و ویسکوزیته مشاهده شد، ویژگی‌های pH، آب‌اندازی، ظاهر و رنگ عطروطعم و کشسانی بافت دچار کاهش معناداری ($p<0.05$) شدند. متفاوت بودن مقادیر چربی، پروتئین و به‌تبع آن متفاوت بودن مقدار ماده خشک در شیر الاغ، در مقایسه با شیر گاو، همراه با ایجاد تغییر در ساختار شبکه سه‌بعدی پروتئینی و ایجاد تغییر در استحکام

کلی بافت از مهم‌ترین دلایل ایجاد اختلاف معنادار در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی ماست‌های قالبی تولیدشده از ترکیبات مختلف شیر الاغ و شیر گاو بوده است. نتایج به‌دست‌آمده از آزمون‌های مختلف نمونه‌های ماست مؤید این نکته است که امکان تولید ماست با ویژگی‌های قابل‌قبول از ترکیب شیر گاو و الاغ وجود دارد. طبق نتایج مذکور، ماست‌های تولیدشده از ترکیب شیر الاغ و شیر گاو به نسبت‌های ۷۵:۲۵ و ۵۰:۵۰ دارای اسیدیته، آب‌اندازی، ویسکوزیته، سفتی بافت و عطروطعم قابل‌قبول است و با توجه به کمتر بودن خاصیت آلرژی‌زایی شیر الاغ، در مقایسه با شیر گاو، و همچنین ویژگی‌های تغذیه‌ای بالای شیر الاغ با اثرهای درمانی مانند خاصیت ضد ویروسی و ضد سرطانی می‌توان از آن در تولید نمونه‌های ماست قالبی استفاده کرد.

تعارض منافع

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

مراجع

Ahmad, S., Gaucher, I., Rousseau, F., Beaucher, E., Piot, M. and Grongnet, J.F. 2008. Effects of acidification on physico-chemical characteristics of buffalo milk: A comparison with cow's milk. Food Chemistry. 106(1): 11–17.

Akrami, M. G., Nazarian firoozabadi, F. and Smaeeli, A. 2015. Separation and probiotic bacteria producing lactic acid from donkey's milk. Journal of Lorestan University of Medical Sciences. 7(4): 99-108. (In Persian)

Alkadaman, E., Khatta. M., Haddad, T. and Toufeili, I. 2002. Estimation of shelf life of concentration yoghurt by monitoring selected microbiological and physicochemical changes during storage. Lebensmittel-Wissenschaft und –Technologie. 36(4): 407-414.

Amati, L., Marzulli, G., Martulli, M., Tafaro, A., Jirillo, F., Pugliese, V., Martemucci, G., D'Alessandro, A. G. and Jirillo, E. 2010. Donkey and Goat Milk Intake and Modulation of the Human Aged Immune. Current Pharmaceutical Design. 16(7): 864-869.

AOAC, 1990. Official methods of analysis. Association of official analytical chemists, 15th Ed. University of Alabama. Washington DC.

Augustin, M.A. and Williams, R. P. W. 2002.Technological aspects of calcium fortification of milk and dairy products. A. review. Food Australia. 54(4):131-133.

Azizinya, S., Khosroshahi, A., Madadlou, A., Rahimi, J. and Abbasi, H. 2009. Texture of nonfat yoghurt as influenced by whey protein concentrate and Gum Tragacanth as fat replacers. International Journal of Dairy Technology. 3(62): 405-410.

Bakirci, I. and Kavaz, A. 2008. An investigation of some properties of banana yoghurts made with commercial ABT-2 starter culture during storage. International Journal of Dairy Technology. 61(3): 270-276.

Boyce, J. A., Assa'ad, A., Burks, A.W., Jones, S.M., Sampson, H. A., Wood, R. A., Plaut, M., Cooper, S.F., Fenton, M. J., Arshad, S. H. and Bahna, S.L. 2011. Guidelines for the diagnosis and management of food allergy in the United States: summary of the NIAID-sponsored expert panel report. Journal of the American Academy of Dermatology. 64(1): 175-192.

Brennan, C. S. and Tudorica, C. M. 2008. Carbohydrate-based fat replacers in the modification of the rheological. Textural and sensory quality of yoghurt: comparative study of the utilization of barley beta-glucan. Guar gum and inulin. International Journal of Food Science and Technology. 43(5): 824-833.

Brumini, D., Furlund, C. B., Comi, I., Devold, T. G., Marletta, D., Vegarud, G. E. and Jonassen, C.M. 2013. Antiviral activity of donkey milk protein fractions on echovirus type 5. International Dairy Journal. 28(2): 109-111.

Coppola, R., Salimei, E., Succi, M., Sorrentino, E., Nanni, M., Ranieri, P., Belliblanes, R. and Grazia, L. 2002. Behaviour of *Lactobacillus rhamnosus* strains in ass's milk. Annals of Microbiology. 52(1): 55-60.

Dugo, P., Kumm, T., Lo Presti, M., Chiofalo, B., Salimei, E., Fazio, A., Cotroneo, A. and Mondello, L. 2005. Determination of triacylglycerols in donkey milk by using high performance liquid chromatography coupled with atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. Journal of Separation Science. 28(9-10):1023-1030.

Fox P. 2003. Milk proteins: General and historical aspects. Advanced Dairy Chemistry-1 Proteins: Springer, p. 1-48.

Guo, H. Y., Pang, K., Zhang, X. Y., Zhao, L., Chen, S. W., Dong, M. L. and Ren, F. Z. 2007. Composition, physiochemical properties, nitrogen fraction distribution, and amino acid profile of donkey milk. Journal of Dairy Science. 90(4): 1635-1643.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2006. Cheese and its produce. pH and pH determination. National Standard No: 2852. First edition. (In Persian)

Institute of Standard and Industrial Research of Iran. 2008. Yoghurt Characteristics and Test Method (Revision). National Iranian Standard No:695.(In Persian)

Jasmina, M., Gubić Ljubiša, Ć., Šarić Bojana, M., Šarić Anamarija, I., Mandić Pavle, T., Jovanov Dragana, V., Plavšić Đorđe, G. and Okanović, A. 2014. Microbiological, Chemical and Sensory Properties of Domestic Donkey'S Milk from Autochthones Serbian Breed. Journal of Food and Nutrition Research. 2(9): 633-637.

Jirillo, F., Jirillo, E. and Magrone, T. 2010. Donkeys and goat's milk consumption and benefits 311 to human health with special reference to the inflammatory status. Current Pharmaceutical Design 16(7): 859-63.

Kailasapathy, K. Sultana, K. 2003. Survival and [beta]-D-galactosidase activity of encapsulated and free Lactobacillus acidophilus and Bifidobacterium lactis in ice-cream. Australian Journal of Dairy Technology. 58(3): 223-227.

Karaca, O. B., Saydam, İ. B. and Güven, M. 2019. Physical, chemical, and sensory attributes of low-fat, full-fat, and fat-free probiotic set yogurts fortified with fiber-rich persimmon and apple powders. Journal of Food Processing and Preservation. 43(6): e13926.

Malacarne, M., Martuzzi, F., Summer, A. and Mariani, P. 2002. Protein and fat composition of mare's milk: some nutritional remarks with reference to human and cow's milk. International Dairy Journal. 12(11): 869–877.

Mantzouridou, F., Naziri, E., Kyriakidou, A., Paraskevopoulou, A., Tsimidou, M. and Kiosseoglou, V. 2019. Oil bodies from dry maize germ as an effective replacer of cow milk fat globules in yoghurt-like product formulation. Food Science and Technology. 1(105): 48-56.

Mao, X., Gu, J., Sun, Y., Xu, S., Zhang, X., Yang, H. and Ren, F. 2009. Anti-proliferative and anti-tumour effect of active components in donkey milk on A549 human lung cancer cells. International Dairy Journal. 19(11): 703-708.

Mariani, P. L. 2008. Donkey milk nutraceutical characteristics: a biochemical evaluation of nutritious and clinical properties (PhD. Thesis). University of Camerino, Italy.

Michael, M., Phebus, R. K. and Schmidt, K. A. 2010. Impact of a plant extract on the viability of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* and *Streptococcus thermophiles* in nonfat yoghurt. International Dairy Journal. 20(10): 665-672.

Mohsin, A., Ni, H., Luo, Y., Wei, Y., Tian, X., Guan, W., Ali, M., Khan, I. M., Niazi, S., Rehman, S. U. and Zhuang, Y. 2019. Qualitative improvement of camel milk date yoghurt by addition of biosynthesized xanthan from orange waste. Food Science and Technology**.** 108, 61-8.

Mudgil, P., Jumah, B., Ahmad, M., Hamed, F. and Maqsood, S. 2018. Rheological, microstructural and sensorial properties of camel milk yoghurt as influenced by gelatin. Food Science and Technology. 98, 646–653.

Nguyen, H. T., Afsar, S. and Day, L. 2018. Differences in the microstructure and rheological properties of low-fat yoghurts from goat, sheep and cow milk. Food Research International. 108, 423-429.

Novak, L. and Loubiere, P. 2000. The metabolic network of *Lactococcus lactis*: distribution of 14C-labeled substrates between catabolic and anabolic pathways. Journal of bacteriology. 182(4): 1136-1143.

Oftedal, O. T. 1984. Milk composition, milk yield and energy output at peak lactation: A comparative review. In Symposia of the Zoological Society of London. 51, 33-85.

Pilla, R., Dapra, V., Zecconi, A. and Piccinini, R. 2010. Hygienic and health characteristics of donkey milk during a follow-up study. The Journal of Dairy Research. 77(4): 392-397.

Pinho, C., Martins, Z. E., Petisca, C., Figurska, A. M., Pinho, O. and Ferreira, I. M. 2012. Size exclusion and reversed-phase high-performance liquid chromatography/UV for routine control of thermal processing of cows' and donkey milk major proteins. Journal of Dairy Research. 79(2): 224-231.

Polidori, P. and Vincenzetti, S. 2012. Protein profile characterization of donkey milk. Milk Protein, pp.215-232.

Ramchandran, L. Shah, N. P. 2009. Effect of exopolysaccharides on the proteolytic and angiotensin-I converting enzyme-inhibitory activities and textural and rheological properties of low-fat yoghurt during refrigerated storage. Journal of Dairy Science. 92(3): 895–906.

Salimei, E., Fantuz, F., Coppola, R., Chiofalo, B., Polidori, P. and Varisco, G. 2008. Composition and characteristics of ass's milk. Animal Research. 53(1): 67-78.

Salimei, E. and Fantuz, F. 2012. Equid milk for human consumption. International Dairy Journal. 24(2): 130-142.

Sahan, N., Yasar, K. and Hayaloglu, A. A. 2006. Physical, chemical and flavor quality of non-fat yoghurt as affected by a β-glucanhydrocolloidal composite during storage. Food Hydrocolloids. 22(7): 1291-1297.

Šarić, L. Ć., Šarić, B. M., Mandić, A. I., Hadnađev, M. S., Gubić, J. M., Milovanović, I. L. and Tomić, J. M. 2016.Characterization of extra-hard cheese produced from donkeys' and caprine milk mixture. Dairy Science & Technology. 96(2): 227-241.

Sekhavatizadeh, S. and Sadeghzadehfar, Sh. 2014. The effect of guar gum as a fat replacer on some chemical and sensory properties of low-fat yogurt. Journal of Food Science and Technology. 5(2): 29-38. (In Persian)

Shori, A. B. 2013. Antioxidant activity and viability of lactic acid bacteria in soybean-yoghurt made from cow and camel milk. Journal of Taibah University for Science, 7(4), pp.202-208.

Sodini, I., Mattas, J. & Tong, P. S. (2006). Influence of pH and heat treatment of whey on the functional properties of whey protein concentrates in yoghurt. International Dairy Journal, 16(12), pp.1464-1469.

Tafaro, A., Magrone, T., Jirillo, F., Martemucci, G., D'alessandro, A. G., Amati, L. and Jirillo, E. 2007. Immunological properties of donkey's milk: its potential use in the prevention of atherosclerosis. Current Pharmaceutical Design. 13(36): 3711-3717.

Vasbinder, A. J., and De Kruif, C. G. 2003. Casein–whey protein interactions in heated milk: the influence of pH. International Dairy Journal. 13(8): 669-677.

Vasbinder, A. J., Rollema, H. S., Bot, A., and De Kruif, C. G. 2003. Gelation mechanism of milk as influenced by temperature and pH; studied by the use of transglutaminase cross-linked casein micelles. Journal of Dairy Science. 86(5): 1556-1563.

Vincenzetti, S., Amici, A., Pucciarelli, S., Vita, A., Micozzi, D., Carpi, F. M., Polzonetti, V., Natalini, P. and Polidori, P. A. 2012. Proteomic study on donkey milk. Biochemistry and Analytical Biochemistry. 1(109): 2161-1009.

Vincenzetti, S., Polidori, P. and Vita, A. 2008. Nutritional characteristics of donkey's milk protein fraction. Protein Research Progress, pp.169-187.

Vincenzetti, S., Polidori, P., Mariani, P., Cammertoni, N., Fantuz, F. and Vita, A. 2008. Donkey's milk protein fractions characterization. Food Chemistry. 106(2): 640-649.

Yang, H. F., Ma, L., Zhao, X. G. and Su, D. Q. 2006. Studies on the development and exploitation of donkey milk. China. Food Nutrition. 4, 22–24.

Food Engineering Research/Vol.20/No.70/Spring & Summer 2020/P: 1-18

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

Effect of Using Different Rates of Donkey Milk and Cow Milk on Physicochemical, Texture and Sensory Properties of Set-Type Yoghurt

E. Ghanbari, M. Soltani*, S. Mohammadi

* Corresponding Author: Assistant Professor, Department of Food Sciences and Technology, Factually of Pharmacy, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: m.soltani@iaups.ac.ir
Received: 27 June 2020, Accepted: 25 December 2020
http://doi: 10.22092/fooder.2020.343462.1275

Abstract

Yoghurt is a high consumed fermented milk product which has positive effect on health due to high nutritional value. Donkey milk is rich in nutritional and therapeutic properties and is used in enrichment of various food products. The aim of this study was to evaluate the effect of using different rates of donkey milk and cow milk on quality properties of set-type yoghurt. For this purpose, yoghurt samples were manufactured using different rates of donkey milk and cow milk with the ratios of 100:0, 0:100, 50:50, 75:25 and 25:75, respectively. Yoghurt samples were stored in refrigerator (4±1°C) for 15 days and their physicochemical, texture and sensory properties were evaluated at 1st, 8th and 15th day of storage. The results of different analysis showed that increasing the rate of donkey milk in yoghurt samples caused to significant decrease (p<0.05) in pH, fat (%), protein (%), dry matter (%), water holding capacity (%), viscosity (centipoise), hardness (N) and odor and flavor and significant increase (p<0.05) in acidity (% LA) and syneresis (g/25g). For yoghurt samples manufactured with cow milk and donkey milk with the ratios of 100:0 and 0:100, the amounts of pH were 3.95 and 4.15, acidity were 1.47 and 1.26, syneresis were 8.39 and 6.36 and viscosity were 3890 and 17860 in 15th day of storage. In conclusion, yoghurt samples manufactured from the combination of donkey milk and cow milk at 25:75 and 50:50 ratios had acceptable points regard to physicochemical, texture and sensory properties.

Keywords: Donkey milk, Cow milk, Set-type yoghurt, Physiochemical properties, Texture characteristics