زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* و بررسی خواص کیفی ماست تهیه شده از شیر بز

راحله نژاد رزمجوی اخگر[1]، شهین زمردی[2*]

۱. بخش تحقیقات علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.

۲. بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.

***نویسنده مسئول:** s.zomorodi@areeo.ac.ir*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۱۰

چکیده

شیر بز به دلیل دارا بودن قابلیت هضم بالاتر و خاصیت حساسیت‌زایی پایین‌تر نسبت به شیر گاو و همچنین به عنوان یک ماده غذایی عملگرا جایگزین مناسبی برای شیر گاو مطرح می‌باشد. از طرفی می‌توان با افزودن پروبیوتیک‌ها به شیر بز، مزایای سلامت بخشی آن را افزایش داد. هدف از این پژوهش، بررسی زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* به صورت تکی و ترکیبی و خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی و حسی ماست تهیه شده از شیر بز در طول ۲۱ روز نگهداری بود. در این تحقیق چهار تیمار به شرح زیر تهیه شد: تیمار کنترل (شاهد) بدون پروبیوتیک، تیمار La حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، تیمار Bb حاوی *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* و تیمار LaBb حاوی ترکیبی از *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس*. نتایج نشان داد که تعداد *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* و ترکیب آنها از حدود ۸/۵۴ سیکل لگاریتمی در روز اول، به ترتیب به ۹/۴۳، ۱۰/۰۶ و ۱۰/۷۵ سیکل لگاریتمی در پایان دوره نگهداری رسید. در پایان دوره نگهداری نمونه کنترل بطور معنی‌داری دارای بالاترین مقدار pH و آب اندازی و کمترین مقدار اسیدیته، ظرفیت نگهداری آب، ویسکوزیته و پذیرش کلی را در بین تیمارها داشت. اما بین نمونه‌های حاوی پروبیوتیک از نظر اسیدیته، pH، ویسکوزیته، آب اندازی، ظرفیت نگهداری آب و پذیرش کلی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. با توجه به نتایج حاصل از این بررسی، ماست حاصل از شیر بز علاوه بر اینکه حامل خوبی برای پروبیوتیک‌ها بوده، در ضمن خواص حسی آن نیز تحت تاثیر پروبیوتیک‌های مزبور بهبود می‌یابد.

کلید واژه ها: *بیفیدوباکتریوم لاکتیس*، پروبیوتیک‌ها، *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، ماست شیر بز.

مقدمه

برای تهیه ماست در جهان به طور گسترده‌ای از شیر گاو استفاده می شود. اما به دلیل مشکلات عدم تحمل دستگاه گوارش، تقاضا برای فرمولاسیون فرآورده‌های لبنی جدید و تمایل به جایگزینی شیر گاو وجود دارد. در این راستا، شیر بز به دلیل دارا بودن قابلیت هضم بالاتر و خاصیت حساسیت‌زایی پایین‌تر نسبت به شیر گاو (Senaka Ranadheera et al., 2012) و همچنین به دلیل اهمیت شیر بز به عنوان یک ماده غذایی عملگرا با ارزش تغذیه‌ای و خصوصیات درمانی و رژیمی جایگزین مناسبی برای شیر گاو مطرح می باشد. الیگوساکاریدهای موجود در شیر این حیوان اثرات ضدالتهابی داشته و برای بیماران با ناراحتی‌های التهابی روده مفید بوده و به تقویت سیستم ایمنی بدن کمک می‌کند. این ترکیبات لوله‌ی گوارشی را در برابر میکروب‌های بیماری‌زا محافظت کرده و رشد باکتری‌های مفید ساکن روده را افزایش می‌دهند. مقدار این ترکیبات در شیر بز ۱۰ برابر شیر گاو است. همچنین شیر بز به دلیل دارا بودن اسیدهای چرب با

زنجیره متوسط در پزشکی در درمان برخی از اختلالات بالینی از جمله بیماری‌های سوءتغذیه، کلسترل خون بالا، تغذیه‌ی نوزادان زودرس، سوءتغذیه نوزادان، صرع، بیماری‌های قلبی و سنگ‌های صفراوی مؤثر هستند (Fonseca et al., 2013).

از طرفی می‌توان با افزودن پروبیوتیک‌ها به شیر بز، مزایای سلامت بخشی آن را افزایش داد. برخی اثرات سلامتی بخش پروبیوتیک‌ها عبارت از بهبود سلامتی روده به وسیلهٔ تنظیم میکروفلور آن، تحریک سیستم ایمنی، سنتز و افزایش قابلیت دسترسی زیستی به مواد مغذی، کاهش علائم عدم تحمل لاکتوز، کاهش سطح کلسترول سرم خون و خواص ضد سرطانی می‌باشد. پروبیوتیک‌ها علاوه بر دارا بودن خواص سلامتی‌بخش، با افزایش استالدئیدی در ماست، خصوصیات حسی محصول نهایی را بهبود می‌بخشند. از طرفی ماست شیر بز منبع خوبی از اسیدهای چرب، پروتئین و مواد معدنی است. به همین دلیل، شیر بز به طور گسترده‌ای برای فرآوری شیر تخمیر شده و سایر محصولات لبنی استفاده می‌شود (Shu et al., 2016).

طی تحقیقی در ماست تهیه شده از شیر بز به عنوان پروبیوتیک از *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* استفاده کردند و نشان دادند که محصول نهایی به دلیل اثرات پروبیوتیک‌ها، طعم بهتری داشت (Güler-Akın et al., 2007). استفاده از باکتری‌های پروبیوتیک در انواع مختلف پنیرهای تهیه از شیر بز (Nikolic et al., 2008)، ماست و شیرهای تخمیری تهیه شده از شیر بز (Jia et al., 2016) گزارش شده است. همچنین مطالعات نشان داده است که در محصولات مختلف تولید شده از شیر بز پروبیوتیک‌ها می‌توانند در طول نگهداری رشد کنند و زنده بمانند. شیر بز به دلیل داشتن pH مناسب، ظرفیت بافری بالا و مواد مغذی مناسب (Bruzantin et al., 2016) حامل خوبی برای پروبیوتیک‌ها است، به‌طوری‌که تا پایان تاریخ مصرف، مقدار این میکروارگانیسم‌ها در مقادیرکافی مورد نیاز برای مزایای سلامتی حفظ می‌شود.

در پژوهشی *لاکتوباسیلوس کازیی* و *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* برای بهینه سازی فرآوری شیر تخمیری استفاده شد. نتایج نشان داد که تعداد باکتری‌های زنده به حدود $۴/۱ \times ۱۰^{۱۱}$ واحد کلنی در میلی‌لیتر رسید که در مقایسه با سایر تحقیقات در حدود یک تا دو سیکل لگاریتمی افزایش یافته است (Liu et al., 2013). همچنین طی تحقیقی از شیر بز با استفاده از *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La_5 ، *بیفیدوباکتریوم انیمالیس* زیرگونه لاکتیس Bb_{12} و *پروپیونی باکتریوم جنسنی* 702، ماست پروبیوتیک تهیه شد. نتایج نشان داد که *پروپیونی باکتریوم جنسنی* 702 بیشترین قابلیت زنده‌مانی را در بین همه نمونه‌های ماست در طول دوره‌ی نگهداری داشت. قابلیت زنده مانی بیفیدوباکتریوم و *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* La_5 به ترتیب بالاتر و پایین‌تر از حداقل سطح لازم برای بروز خواص درمانی ($۱۰^{۷}$ واحد کلنی در میلی‌لیتر) بود (Senaka Ranadheera et al., 2012). در پژوهش دیگری از شیر بز با استفاده از *لاکتوباسیلوس کازیی* همراه با اینولین، ژلاتین و قند ماست سین‌بیوتیک تهیه شد. نتایج نشان داد که در انتهای دوره نگهداری (پس از ۲۱ روز)، تعداد استارترهای ماست در حدود ۹×۱۰^{۷} واحد کلنی در میلی لیتر و تعداد *لاکتوباسیلوس کازیی* بالاتر از $۱۰^{۶}$ واحد کلنی در میلی لیتر بود. بنابراین ماست تهیه شده از شیر بز یک حامل مناسبی برای *لاکتوباسیلوس کازئی* همراه با اینولین است (Paz et al., 2014).

در ایران به دلیل تولید پایین بزهای بومی، دوشیدن شیر برای دامداران اقتصادی نبوده اما انتخاب نژاد برتر و مناسب عامل تعیین‌کننده‌ای در افزایش تولید شیر بز است. با توجه به نتایج تحقیقات تعداد چهار رأس بز شیری اصلاح نژاد شده می‌توانند به اندازه یک رأس گاو هلشتاین شیر تولید کنند، در حالی که هزینه تغذیه‌ای

و نگهداری آنها نصف هزینه یک رأس گاو هلشتاین است. بنابراین با نگهداری بزهای شیری اصلاح نژاد شده، سودی معادل دو برابر گاوهای هلشتاین عاید دامداران می‌شود. از طرفی قیمت شیر بز نیز بالاتر از شیر گاو است. با توجه به شرایط اقتصاد دامپروری و تأثیر منفی خشکسالی‌های اخیر بر مراتع، هزینه خوراک و نگهداری دام برای دامداران روستایی و عشایر افزایش یافته و امکان فعالیت در این صنعت برای بسیاری از دامداران دشوار است. برای افزایش تولید و افزایش بهره‌وری اقدامات اصلاح نژادی و مدیریتی، باید در دستور کار دامداران قرار گیرد. در این خصوص در سال‌های اخیر اقدامات مناسبی از سوی سازمان‌های جهاد کشاورزی استان‌ها برای ترویج و توسعه پرورش گله‌های بز شیری با بهره‌گیری از دو نژاد مطرح بز شیری اروپایی شامل بز سانن و بز آلپاین آغاز شده است (خجسته کی و همکاران، ۱۳۹۴).

مطالعات در خصوص استفاده از پروبیوتیک‌ها بیشتر بر روی محصولات لبنی حاصل از شیر گاو متمرکز شده است و تحقیقات علمی بسیار کمی در مورد محصولات حاصل از شیر بز انجام شده است. هدف از این پژوهش، بررسی زنده مانی پروبیوتیک های *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* به صورت تکی و ترکیبی و خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی و حسی ماست تهیه شده از شیر بز در طول ۲۱ روز نگهداری بود.

روش کار

شیر کامل بز (با دانسیته ۱/۰۳۶، چربی ۴ درصد، پروتئین ۳/۹ درصد، ماده خشک ۱۳/۰۴ درصد، اسیدیته ۰/۱۳ درصد بر حسب اسیدلاکتیک و pH برابر ۶/۶۰)، از دامداری دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، استارتر تجاری ماست حاوی گونه‌های *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیرگونه *بولگاریکوس* ساخت شرکت DSM استرالیا و باکتری‌های پروبیوتیک La_5 و Bb_{12} از شرکت کریستین هانسن دانمارک از شرکت آنزیم‌های صنعتی ایران تهیه شد.

تهیه نمونه‌های ماست پروبیوتیک

ابتدا شیر بز در دمای ۸۵ درجه سیلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه در حال هم‌زدن مداوم پاستوریزه شد. پس از سرد شدن تا دمای ۴۴ درجه سیلسیوس، با سه درصد کشت آغازگر و همچنین بر اساس نوع تیمار، باکتری‌های پروبیوتیک (بر اساس توصیه شرکت سازنده آن) به شیر اضافه شد و تا رسیدن به pH حدود ۴/۷ (اسیدیته تا حدود هشت دهم درصد بر حسب اسید لاکتیک) گرمخانه‌گذاری شد. سپس نمونه‌های ماست تا دمای چهار درجه سلسیوس سرد شد. نمونه ها مدت ۲۱ روز در یخچال نگهداری گردید و در طول نگهداری، در زمان‌های ۱، ۷، ۱۴ و ۲۱ روز مورد آزمایش قرار گرفت. در این تحقیق چهار تیمار به شرح زیر تهیه شد:

۱-تیمار C (کنترل) بدون پروبیوتیک، ۲-تیمار La حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، ۳-تیمار Bb حاوی باکتری *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* و ۴-تیمار LaBb حاوی ترکیبی از کشت‌های *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس*.

شمارش باکتری‌های پروبیوتیک

برای تهیه رقت اول مقدار ۱۰ گرم نمونه با ۹۰ میلی‌لیتر آب پپتونه استریل ۰/۱ درصد رقیق شد. سری بعدی رقت‌ها با افزودن یک میلی‌لیتر از هر رقت به نه میلی‌لیتر آب پپتونه استریل ۰/۱ درصد آماده شد. برای شمارش *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* از محیط کشت[1] Reinforced Clostridial Agar (RCA) و برای شمارش *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* از محیط کشت de Man, Rogosa and Sharpe (MRS) آگار حاوی سوربیتول (۱۰ میلی‌لیتر محلول ۱۰ درصد سوربیتول، استریل شده توسط فیلتر سر سرنگی، به ۹۰ میلی‌لیتر محیط کشت قبل از ریختن در پلیت‌ها اضافه شد) به روش پورپلیت استفاده شد. سپس پلیت‌ها در دمای ۳۷

درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت در شرایط بی‌هوازی توسط گاز پک (Anaerocult A از شرکت مرک آلمان) گرمخانه‌گذاری شد (Kailasapathy et al., 2008).

روش‌های آزمایش

رطوبت توسط خشک کردن در آون (ممرت آلمان) در ۱۰۳±۲ درجه سلسیوس، چربی به روش ژربر و پروتئین به روش کجلدال، pH با استفاده از pHمتر (متریوم سویس)، اسیدیته قابل تیتر از طریق تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال به روش پتانسیومتری تا pH=۸/۳ بر حسب اسید لاکتیک تعیین شد (AOAC, 1997).

ویسکوزیته نمونه‌ها در دمای ۱۵ درجه سیلسیوس توسط ویسکومتر (بروکفیلد آمریکا) با اسپیندل LV_2 شماره ۶۴ و با سرعت برشی ۳۰ دور در دقیقه، بعد از ۳۰ ثانیه چرخش، اندازه گیری شد. قبل از اندازه‌گیری ویسکوزیته، نمونه‌ها مدت یک دقیقه به صورت دستی هم زده شدند. برای تعیین سینرژیس مقدار ۵۰ گرم ماست روی کاغذ صافی قرار داده شده روی یک قیف، توزین شد و مدت دو ساعت در دمای یخچال قرار گرفت. آب جمع شده در ارلن‌مایر توزین و درصد سینرژیس محاسبه شد. ظرفیت نگهداری آب نمونه‌های ماست از طریق سانتریفوژ کردن پنج گرم نمونه با سرعت ۴۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۰ درجه سلسیوس به دست آمد (Sahan et al., 2008).

ارزیابی حسی شامل ظاهر، عطر و بو، طعم، بافت و پذیرش کلی نمونه‌ها با استفاده از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای که درآن امتیاز پنج به خیلی خوب و یک برای خیلی بد اختصاص داده شد، توسط ۳۶ نفر ارزیاب آموزش‌ندیده کارکنان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌غربی با محدوده سنی بین ۴۵- ۲۵ سال و شامل ۱۸ زن و ۱۸ مرد ارزیابی شد. پانلیست‌ها با توجه به ذائقه شخصی فرم‌ها را تکمیل کرده و برای شستشوی دهان خود بین نمونه‌ها از بیسکوئیت ترد و آب استفاده کردند

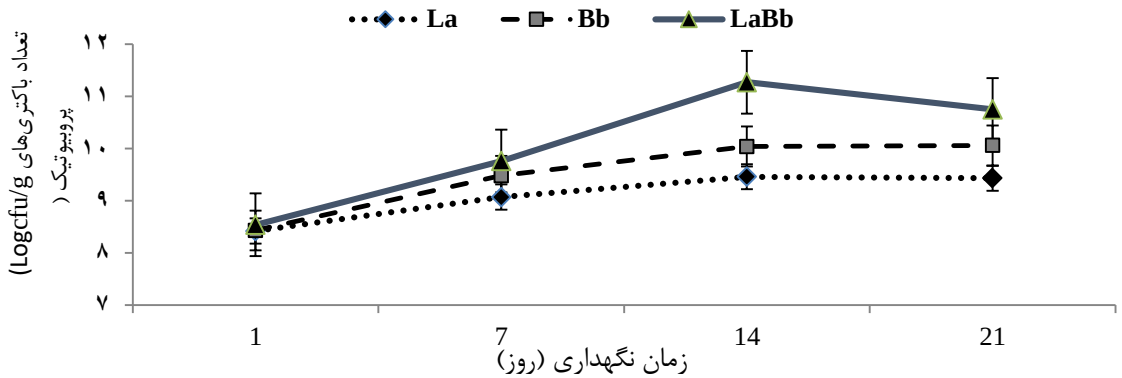
این آزمایش با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار و سه بلوک به اجرا درآمد. تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) با استفاده از مدل خطی عمومی (GLM) و نرم افزار SPSS (نسخه ۱۸) انجام گرفت. در صورت معنی‌دار بودن نتایج، برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) استفاده شد. منحنی‌ها نیز با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم گردید.

نتایج

شمارش باکتری‌های پروبیوتیک

شکل ۱ تغییرات جمعیت باکتری‌های پروبیوتیک را در نمونه‌های ماست در طول ۲۱ روز نگهداری در دمای چهار درجه سیلسیوس نشان می‌دهد. با توجه به شکل، در تمام تیمارها تعداد پروبیوتیک‌ها تا روز ۱۴ام به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد ($p<۰/۰۵$).

پس از ۱۴ روز نگهداری افزایش تعداد پروبیوتیک‌ها در تیمار مخلوط (LaBb) و تیمار حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* به ترتیب بیشترین (۲/۷۳ سیکل لگاریتمی) و کمترین (۱/۰۷ سیکل لگاریتمی) مقدار بود. در پایان دوره نگهداری نیز (پس از ۲۱ روز) تعداد *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* در تیمار La و تعداد *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* در تیمار Bb تغییر معنی‌داری نداشت اما در مخلوط پروبیوتیک‌ها در تیمار LaBb در حدود ۰/۲۵ سیکل لگاریتمی کاهش تشان داد. در پایان دوره نگهداری در هر سه تیمار تعداد پروبیوتیک‌ها بالاتر از حد توصیه شده برای تامین اثرات سلامتی بودند که در تیمار LaBb تعداد پروبیوتیک‌ها بالاتر و در تیمار La پایین‌تر بود.



شکل ۱- تغییرات جمعیت باکتری‌های پروبیوتیک در نمونه‌های ماست طی ۲۱ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس
La تیمار حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، Bb تیمار حاوی باکتری *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* و LaBb تیمار حاوی ترکیبی از کشت‌های *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس*

ویژگی‌های شیمیایی تیمارها

نتایج ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌های ماست در طول زمان نگهداری در جدول ۱ ارائه شده است. همانطوریکه از جدول ۱ م شخص ا ست تاثیر نوع پروبیوتیک و زمان نگهداری بر تغییرات ماده خشک، چربی و پروتئین معنی‌دار نبود ($p>۰/۰۵$). مقدار پروتئین و چربی نمونه‌های ماست به ترتیب بین ۳/۸۴ تا ۳/۹۵ و ۳/۸ تا ۳/۹۰ درصد متغیر بود. همانطوریکه از جدول ۱ مشاهده می‌شود در طول نگهداری در تمام نمونه‌ها اسیدیته افزایش و pH کاهش یافت ($p<۰/۰۵$). همچنین نمونه کنترل در مقایسه با نمونه‌های حاوی پروبیوتیک بطور معنی‌داری دارای اسیدیته کمتر و pH بیشتری بود ($p<۰/۰۵$). اما بین نمونه‌های حاوی پروبیوتیک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌های مختلف ماست طی دوره نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس

آزمایش	تیمارها	زمان نگهداری (روز)			
		۱	۷	۱۴	۲۱
ماده	کنترل	۱۳/۲۰±۰/۰۳	۱۳/۱۳±۰/۰۳	۱۳/۰۶±۰/۱۱^{aA}	۱۲/۹۰±۰/۱۳^{aA}
خشک	La	۱۳/۱۰±۰/۱۲	۱۳/۰۶±۰/۰۹	۱۳/۰۳±۰/۱۷	۱۲/۸۲±۰/۱۴
(٪)	Bb	۱۳/۱۱±۰/۲۳	۱۳/۰۱±۰/۰۰	۱۲/۹۵±۰/۰۵	۱۲/۷۸±۰/۱۳
	LaBb	۱۳/۱۵±۰/۹۰	۱۳/۱۰±۰/۰۳	۱۳/۰۷±۰/۰۶	۱۲/۹۱±۰/۱۴
چربی (٪)	C	۳/۸۸±۰/۰۱	۳/۹۰±۰/۰۵	۳/۸۶±۰/۰۳	۳/۸۸±۰/۰۳
	La	۳/۸۵±۰/۰۱	۳/۸۲±۰/۰۱	۳/۸۳±۰/۰۳	۳/۸۵±۰/۰۴
	Bb	۳/۸۵±۰/۰۱	۳/۸۸±۰/۰۱	۳/۸۶±۰/۰۱	۳/۸۸±۰/۰۱
	LaBb	۳/۸۸±۰/۰۱	۳/۸۵±۰/۰۳	۳/۸۸±۰/۰۴	۳/۸۰±۰/۰۲
پروتئین	کنترل	۳/۸۹±۰/۰۲	۳/۸۵±۰/۰۲	۳/۸۶±۰/۰۲	۳/۹۱±۰/۰۰
(٪)	La	۳/۸۷±۰/۰۴	۳/۸۷±۰/۰۵	۳/۹۰±۰/۰۶	۳/۸۹±۰/۰۶
	Bb	۳/۸۵±۰/۰۴	۳/۸۸±۰/۰۲	۳/۹۰±۰/۰۴	۳/۹۵±۰/۰۲
	LaBb	۳/۹۰±۰/۰۲	۳/۹۰±۰/۰۲	۳/۹۲±۰/۰۳	۳/۹۵±۰/۰۳
pH	C	۴/۴۸±۰/۰۰^{aA}	۴/۴۲±۰/۰۰ ^{aB}	۴/۳۶±۰/۰۰^{aC}	۴/۳۰±۰/۰۰^{aD}
	La	۴/۴۲±۰/۰۰ ^{bA}	۴/۳۲±۰/۰۰^{bB}	۴/۲۹±۰/۰۰^{bC}	۴/۲۲±۰/۰۰^{bD}

	Bb	۴/۴۱۳±۰/۰ ^{bA}	۴/۳۰±۰/۰۰^{cB}	۴/۲۴±۰/۰۰^{bC}	۴/۲۲±۰/۰۲^{bC}
	LaBb	۴/۲۹±۰/۰۰ ^{cA}	۴/۲۴±۰/۰۰^{cB}	۴/۱۹±۰/۰۰^{cC}	۴/۱۷±۰/۰۰^{cC}
اسیدیته	C	۰/۸۲±۰/۰۰^{bC}	۰/۸۷±۰/۰۰^{cB}	۰/۹۳±۰/۰۱^{bA}	۰/۹۴±۰/۰۰^{bA}
(٪)	La	۰/۹۱±۰/۰۰^{aB}	۰/۹۳±۰/۰۱^{bB}	۰/۹۹±۰/۰۲^{aA}	۱/۰۰±۰/۰۰^{aA}
	Bb	۰/۹۲±۰/۰۱^{aB}	۰/۹۸±۰/۰۳^{aA}	۱/۰۲±۰/۰۰^{aA}	۱/۱۱±۰/۰۴^{aA}
	LaBb	۰/۹۴±۰/۰۲^{aB}	۱/۰۱±۰/۰۲^{aAB}	۱/۰۴±۰/۰۳^{aA}	۱/۱۲±۰/۰۲^{aA}

حروف کوچک و بزرگ به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی دار در هر ستون و ردیف می باشد ($p<۰/۰۵$). C تیمار کنترل، بدون پروبیوتیک، La تیمار حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، Bb تیمار حاوی باکتری *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* و LaBb تیمار حاوی ترکیبی از کشت‌های *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس*

ویژگی‌های فیزیکی تیمارها

نتایج ویژگی‌های فیزیکی نمونه‌ها شامل سینرژیس، ظرفیت نگهداری آب و ویسکوزیته در طی زمان نگهداری در جدول ۲ ارائه شده است. همانطوریکه از جدول ۲ مشخص است، در تمام نمونه‌ها با گذشت زمان نگهداری سینرژیس تا روز ۱۴ ام نگهداری بطور معنی‌داری افزایش و سپس کاهش یافت. تغییرات ظرفیت نگهداری آب نیز بر عکس آب اندازی بود ($p<۰/۰۵$).

جدول ۲- مقایسه ویژگی‌های فیزیکی نمونه‌های مختلف ماست طی دوره نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس

آزمایش	تیمار	زمان نگهداری (روز)			
		۱	۷	۱۴	۲۱
آب اندازی (٪)	C	۴۰/۵۴±۱/۲۷^{aC}	۴۴/۲۶±۱/۲۴^{aB}	۴۷/۱۹±۰/۸۱^{aA}	۳۹/۴۹±۰/۴۳^{aC}
	La	۴۰/۱۴±۱/۱۶^{aC}	۴۴/۵۱±۰/۲۱^{aB}	۴۶/۸۰±۰/۴۴^{aA}	۳۶/۲۸±۰/۷۲^{bD}
	Bb	۴۲/۴۸±۰/۴۰^{aC}	۴۳/۷۹±۰/۰۵^{aB}	۴۵/۹۷±۰/۸۲^{aA}	۳۶/۶۲±۰/۶۱^{bD}
	LaBb	۴۲/۰۸±۰/۳۷^{aB}	۴۳/۰۵±۰/۱۹^{aA}	۴۳/۴۹±۰/۳۲^{bA}	۳۶/۲۹±۰/۳۶^{bC}
ظرفیت نگهداری آب (٪)	C	۶۸/۶۵±۰/۳۸^{aA}	۶۷/۲۸±۰/۴۴^{aB}	۶۷/۷۴±۰/۳۸^{aB}	۶۸/۷۲±۰/۲۵^{bA}
	La	۶۸/۵۲±۰/۷۲^{aB}	۶۷/۰۰±۰/۵۲^{aB}	۶۸/۳۰±۰/۱۳^{aB}	۷۰/۳۶±۰/۶۴^{aA}
	Bb	۶۸/۶۸±۰/۴۰^{aB}	۶۷/۲۷±۰/۲۴^{aB}	۶۸/۷۲±۰/۱۵^{aB}	۷۰/۸۶±۰/۲۸^{aA}
	LaBb	۶۸/۴۸±۰/۳۴^{aB}	۶۷/۲۱±۰/۱۳^{aB}	۶۸/۲۳±۰/۲۱^{aB}	۷۰/۹۲±۰/۴۴^{aA}
ویسکوزیته (Cp)	C	۲۲۶۱/۷±۷/۳^{bC}	۲۷۳۹/۷±۵/۸^{bA}	۲۵۲۹/۷±۶/۱^{bB}	۲۱۴۰/۰±۵/۸^{bD}
	La	۲۲۹۹/۶±۵/۸^{aC}	۲۷۲۰/۷±۵/۸^{bA}	۲۵۱۰/۰±۵/۷^{bB}	۲۱۸۰/۰±۵/۸^{aD}
	Bb	۲۲۷۹/۳±۵/۵^{bC}	۲۷۱۹/۷±۵/۸^{bA}	۲۵۵۹/۷±۵/۸^{aB}	۲۱۹۰/۰±۶/۱^{aD}
	LaBb	۲۳۰۰/۳±۵/۵^{aC}	۲۷۶۰/۰±۶/۱^{aA}	۲۵۵۰/۰±۵/۸^{aB}	۲۲۰۰/۰±۱۱/۵^{aD}

حروف کوچک و بزرگ به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی دار در هر ستون و ردیف می باشد ($p<۰/۰۵$).

C تیمار کنترل، بدون پروبیوتیک، La تیمار حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، Bb تیمار حاوی باکتری *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* و LaBb تیمار حاوی ترکیبی از کشت‌های *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس*

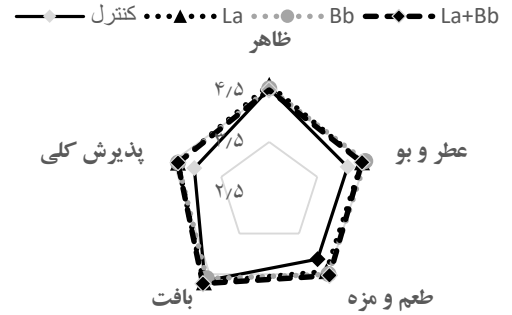
در مقدار آب اندازی در روز اول نگهداری در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد اما در پایان دوره نگهداری مقدار آب اندازی در نمونه کنترل بطور معنی‌داری بیشتر و ظرفیت نگهداری آب آن کمتر از سایر تیمارها بود. بین نمونه‌های حاوی پروبیوتیک اختلاف معنی‌داری در مقدار آب اندازی و ظرفیت نگهداری آب وجود نداشت. در مقایسه با نمونه شاهد، استفاده از پروبیوتیک‌ها تاثیر معنی‌داری بر سینرژیس

داشـــت، به طوری که ســـینرژیس نمونه‌های حاوی پروبیوتیک کمتر از نمونه شاهد بود.

همانطوریکه از جدول ۲ مشخص است با گذشت زمان نگهداری ویسکوزیته در همه نمونه‌های ماست تا روز ۷ ام افزایش و سپس تا پایان دوره‌ی نگهداری کاهش معنی‌داری نشان داد ($p<۰/۰۵$). با توجه به نتایج حاصل از این بررسی تیمار کنترل در مقایسه با تیمارهای حاوی پروبیوتیک بطور معنی‌داری ویسکوزیته کمتری داشت اما بین تیمارهای پروبیوتیک مختلف از نظر ویسکوزیته اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی نشان داد که نوع تیمار به غیر از خواص حسی بافت و ظاهر، بر سایر ویژگی‌های حسی مورد آزمون معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). همانطوریکه از شکل ۲ مشخص است نمونه کنترل در مقایسه با ماست پروبیوتیک بطور معنی‌داری کمترین امتیاز عطرو بو، طعم و مزه و پذیرش کلی را به خود اختصاص داد ($p<۰/۰۵$). اما از نظر ویژگی‌های حسی اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌های حاوی باکتری‌های پروبیوتیک مختلف وجود نداشت. در این مطالعه امتیازات حسی تمام نمونه‌های ماست ارزیابی شده در محدوده‌ی قابل قبول قرار داشت.



شکل ۲ – نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های ماست پس از ۲۱ روز نگهداری. C تیمار کنترل، بدون پروبیوتیک، La تیمار حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، Bb تیمار حاوی باکتری *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* و LaBb تیمار حاوی ترکیبی از کشت‌های *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس*

بحث

بیشـــتر م طالـ عات حاکی از پایین بودن ز نده مانی پروبیوتیک‌ها در ماســـت گاوی اســـت (Dave and Shah, 1997). دیو و شـــاه (۱۹۹۷) بالا بودن میزان ا سیدیته و پایین بودن نسبی pH ما ست را علت ا صلی کاهش تعداد باکتری‌های پروبیوتیک در طول نگهداری بیـان نمودنـد (Dave and Shah, 1997). بر خلاف گزارشات موجود، در این بررسی در طول نگهداری تعداد پروبیوتیک‌ها در ماســـت بزی بطور معنی داری افزایش یافت. بنابراین پروبیوتیک‌ها در مقایسه با شیر گاو بهتر می‌توانند از مواد مغذی موجود در شیر بز استفاده کنند. نتایج مشابهی نیز توسط اسلاکناک و همکاران (۲۰۱۳) گزارش شده است. این محققان نیز نشان دادند که رشد *بیفیدوباکتریوم انیمالیس* در شـــیر بز بطور معنی‌داری بیشـــتر از شـــیر گاو بود (Slačanac et al., 2013). ســالاموا و همکاران (۲۰۱۴) طی تحقیقی نشـان دادند که *لاکتوبا سیلوس کازیی* در شیر بز و مخلوط شیر بز و گاو تخمیری در مدت ۴ هفته نگهداری در ۴ در جه ســـلســـیوس قادر به زنده‌مانی در حد لازم برای اثرات سلامت بخ شی ($>10^6$cfu/g) بودند (Salamoura et al., 2014). همچنین چین و همکـاران (۲۰۱۳) در تحقیقی تعـداد *لاکتوبـاســـیلوس اســـیـدوفیلوس* و *لاکتوباســـیلوس کازیی* در ماســـت بز را به ترتیب $۱۰^۷\times$ ۱/۸ و $۱۰^۸\times$ ۱/۵۶ واحـد کلنی در میلی لیتر گزارش کردند (Chen et al., 2013). زنده مانی *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* در ماســـت بز بیشـــتر از *لاکتوباســـیلوس ا سیدوفیلوس بود*. نتایج م شابهی نیز در سایر تحقیقات گزارش شـــده اســـت (ابراهیم‌زادگان و زمردی، ۱۳۹۳). این محققـان نیز گزارش کردنـد کـه زنـده‌مـانی *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* در دوغ بیشتر از *لاکتوبا سیلوس اســـیـدوفیلوس* بود. دلیـل کـاهش *لاکتوبـاســـیلوس اســـیـدوفیلوس* در نمونه‌های ماســـت، تولید پراکســـید هیدروژن تو سط *لاکتوبا سیلوس بولگاریکوس* می‌با شد.

برعکس *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* قادر به تکثیر در محصول تولید شده از این محیط کشت‌ها بود. چون *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* میکروآئروفیل است اما *بیفیدوباکتریوم‌ها* کاملاً بی‌هوازی هستند. لذا اکسیژن مولکولی موجب مرگ سلول یا تضعیف زنده ماندن این پروبیوتیک‌ها می‌شود (Shafiee et al., 2010). بالا بودن تعداد باکتری های پروبیوتیک در نمونه حاوی ترکیب *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* (تیمار LaBb) *نیز می‌تواند مربوط به* فعالیت سینرژیستی (هم افزایی) نسبت به هر باکتری از کشت‌های چند پروبیوتیک باشد. رانادهرا و همکاران (۲۰۱۶) نیز بیان کردند که کیفیت محصولات حاصل از شیر بز غنی شده با پروبیوتیک می‌تواند بسته به نوع و گونه پروبیوتیک مورد استفاده و سایر عوامل از قبیل فعالیت آنتوگونیسمی یا سینرزیستی (هم افزایی) نسبت به هر سویه هنگامی که از کشت‌های چند استرین متفاوت باشد (Ranadheera et al., 2016). احتمالاً بقای پروبیوتیک‌ها می‌توانند تحت تأثیر پروتئولیز قرار گیرند. ظاهراً پروتئولیز فاکتورهای رشد اساسی همچون پپتیدها و اسیدهای آمینه را برای بهبود رشد و بقا باکتری‌های پروبیوتیکی در محصولات فراهم می‌کند. بالاترین رشد باکتری‌های پروبیوتیک در نمونه‌هایی با فعالیت پروتئولیتیک بالاتر مشاهده شده است (Habibi Najafi et al., 2018).

در این بررسی تغییرات معنی‌داری در ماده خشک، چربی و پروتئین نمونه‌ها مشاهده نشد. در این راستا سکیبیسز و همکاران (۲۰۱۹) نیز گزارش کردند که تغییرات معنی‌دار در مقدار چربی و پروتئین ماست میوه‌ای در طول نگهداری به مدت هشت هفته مشاهده نشد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. آنها بیان کردند که احتمالاً تغییراتی که در پروفایل ترکیبات ازته و تغییرات اکسیداتیو در طول نگهداری اتفاق می‌افتد، با تعیین مقدار کل پروتئین به روش کجلدال و چربی به روش ژربر قابل مشاهده نمی‌باشد (Scibisz et al., 2019). محتوای پپتیدهای آبگریز و اسیدهای آمینه آزاد ماست به علت هیدرولیز پروتئین های کازئینی و پروتئین‌های آب‌پنیر در طول نگهداری افزایش می‌یابد ولی این تغییرات با کلدال قابل مشاهده نیست (Serra et al., 2009).

در طول نگهداری در تمام نمونه‌ها اسیدیته افزایش و pH کاهش یافت. دلیل این تغییرات را می‌توان به نقش باکتری‌های اسید لاکتیک در تبدیل لاکتوز به اسید لاکتیک و افزایش اسیدیته و در نتیجه افت pH نسبت داد (Costa et al., 2016). نتایج مشابهی در مورد افت pH در طول دوره نگهداری در دمای یخچال در ماست شیر بز (Güler-Akın et al., 2007) گزارش شده است.

در این بررسی نمونه کنترل در مقایسه با نمونه‌های حاوی پروبیوتیک بطور معنی‌داری دارای اسیدیته کمتر و pH بیشتری بود ($p<۰/۰۵$) که دلیل آن مشارکت این باکتری ها در امر تخمیر لاکتوز و تولید اسید لاکتیک بود. در نمونه هایی که مخلوط باکتری های پروبیوتیک La_5 و Bb_{12} حضور داشتند pH پایین‌تر از نمونه‌های حاوی La_5 وBb_{12} تنها بود که احتمالاً به اثر سینرژیستی این دو باکتری در امر تخمیر لاکتوز و تولید اسید لاکتیک وکاهش pH نسبت داده می شود. دیو و شاه (۱۹۹۷) در تحقیقی که بر روی ماست پروبیوتیک تهیه شده از کشت آغازگر تجاری انجام دادند، همه انواع محیط کشت‌های آغازگر مطالعه شده، الگوی مشابهی از کاهش pH و افزایش اسیدیته را طی تولید و نگهداری نشان دادند (Dave and Shah, 1997).

سینرژیس یکی از مهمترین فاکتورهای نشان دهنده کیفیت ماست در طی نگهداری و رضایت مصرف کننده است که ارتباطی معکوسی با ظرفیت نگهداری آب دارد (Niamah et al., 2016). ظرفیت نگهداری آب نیز یکی از مهمترین خواص فیزیکی ماست است که در

ثبات دلمه مشارکت می کند. با توجه به اهمیت موضوع، در این مطالعه این ویژگی‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

در تمام نمونه‌ها با گذشت زمان نگهداری سینرژیس تا روز ۱۴ ام نگهداری بطور معنی‌داری افزایش و سپس کاهش یافت. تغییرات ظرفیت نگهداری آب نیز بر عکس آب اندازی بود. کاهش آب اندازی و افزایش ظرفیت نگهداری آب در انتهای زمان نگهداری شاید به دلیل تجدید ساختمانی پروتئین‌ها و ایجاد پایداری در شبکه پروتئین‌ها باشد که از حرکت آزادانه آب جلوگیری کرده و منجر به کاهش آب اندازی و افزایش ظرفیت نگهداری آب گردیده است (Sahan et al., 2008). فاکتورهای مختلفی می‌تواند آب اندازی و ظرفیت نگهداری آب را تحت تأثیر قرار دهد. این فاکتورها شامل ترکیب شیر، هیدروکلوئیدها، کشت استارتر، پروبیوتیک‌ها و شرایط فرآوری می‌باشد همچنینافزایش در ظرفیت نگهداری آب و کاهش در سینرژیس در انتهای دوره نگهداری می‌تواند به دلیل افزایش تراکم ذرات کازئین باشد که موجب برهمکنش بین میسل‌های کازئین شده و منجر به تشکیل منافذ کوچکتر، ماتریکس متراکم‌تر و در نتیجه افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌شود (Gyawali and Ibrahim, 2016).

سینرژیس نمونه‌های حاوی پروبیوتیک کمتر از نمونه شاهد بود. دلیل کاهش آب اندازی و افزایش ویسکوزیته در نمونه‌های حاوی پروبیوتیک می‌تواند مربوط به تولید اگزوپلی‌ساکاریدها توسط پروبیوتیک‌ها باشد. اگزوپلی‌ساکاریدها توسط بسیاری از باکتری‌های پروبیوتیکی از جمله لاکتوباسیلوس‌ها و برخی از سویه‌های بیفیدوباکتریوم‌ها (Salazar et al., 2009) تولید می‌شود. اگزوپلی‌ساکاریدها میکربی به عنوان استابلیزر، تثبیت کننده و امولسیفایر به صورت افزودنی‌های غذایی در حد وسیعی در غذاهای مختلف بکار گرفته می شود (Ruas-Madiedo et al., 2005; Salazar et al., 2009).

ویسکوزیته نیز تا روز ۷ ام افزایش و سپس کاهش معنی‌داری نشان داد ($p<0/05$). در این راستا فلاده و همکاران (۲۰۱۵) نیز افزایش مشابه در ویسکوزیته ماست را بین روزهای ۱ تا ۱۴ دوره نگهداری (Falade et al., 2015) و اوزر و همکاران (۱۹۹۹) کاهش ویسکوزیته را در پایان دوره نگهداری گزارش کردند (Ozer et al., 1999). بر اساس یافته‌های کوستا و همکاران (۲۰۱۵) ویسکوزیته ماست شیر بز ساده و پروبیوتیک تا روز ۷ام دوره نگهداری ثابت ماند اما سپس به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (Costa et al., 2015) که نتایج این بررسی را تایید می‌کنند.

با توجه به نتایج حاصل از این بررسی تیمار کنترل در مقایسه با تیمارهای حاوی پروبیوتیک بطور معنی‌داری ویسکوزیته کمتری داشت. نتایج مشابهی نیز توسط کوستا و همکاران (Costa et al., 2015) گزارش گردید. آنها نیز بیان کردند که مقدار ویسکوزیته ماست حاصل از شیر بز پروبیوتیک در طول ۲۸ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس در بین تیمارها معنی‌دار نبود که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

با توجه به نتایج ارزیابی حسی نمونه کنترل در مقایسه با ماست پروبیوتیک بطور معنی‌داری کمترین امتیاز عطر، طعم و پذیرش کلی را به خود اختصاص داد. زیرا مقادیر بالای اسیدهای کاپریک، کاپریلیک و کاپریک موجود در شیر بز، مسئول طعم و مزه ناخوشایند "بز" است که موجب می‌شود این محصول مورد استقبال مصرف کنندگان قرار نگیرد (Mayer and Fiechter, 2012). مسامبا و علی (۲۰۱۳) نیز گزارش کردند که ماست شیر بز در مقایسه با ماست شیر گاو پذیرش کلی پایین‌تری دارد (Masamba and Ali, 2013). گفته می‌شود *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* ترکیبات عطر و طعم‌زا همچون استالدئید تولید کند که این ترکیب به عنوان اجزای مهم طعم در ماست شناخته شده است. لذا این پروبیوتیک استالدئید کل موجود در ماست را

افزایش داده و از این طریق روی طعم محصول نهایی تأثیر می‌گذارند (Güler-Akın et al., 2007; Niamah et al., 2016). بنابراین، ماست پروبیوتیک ممکن است برای مصرف کنندگان مطلوب‌تر باشد (Senaka Ranadheera et al., 2012). میتونیویچ-مالیک و همکاران (۲۰۱۹) نیز گزارش کردند که در بین شیرهای تخمیری بز حاوی پروبیوتیک‌های مختلف، در طی ۳ هفته نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس، نمونه حاوی *بیفیدوباکتریوم انیمالیس* دارای کمترین مقدار ویسکوزیته و بهترین خواص حسی را در بین سایر نمونه ها بدست آورد. همچنین آنها نشان دادند که در بین نوشیدنی‌های تخمیری شیر بز پروبیوتیک حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، لاکتوباسیلوس رامنوسوس، لاکتوباسیلوس پلانتاروم و بیفیدوباکتریوم لاکتیس*، نمونه‌های حاوی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* بطور معنی‌داری دارای مطلوبیت کمتری در مقایسه با سایر نمونه‌ها بود. زیرا این نمونه دارای طعم ترش و نسبتا طعم تلخ و تحریک کننده بود اما شیر بز تخمیری حاوی *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* به دلیل داشتن طعم شیرین و تخمیری و بافت نرم و صاف بالاترین مطلوبیت را در بین نمونه‌ها داشت (Mituniewicz–Małek et al.,. 2019). بنابراین گونه و استرین پروبیوتیک‌های مورد استفاده خواص حسی را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که در پایان دوره نگهداری (پس از ۲۱ روز) تعداد *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس‌ها* (در تیمار La) در حدود ۱/۱، تعداد *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم*ها در تیمار Bb در حدود ۱/۵ و در مخلوط پروبیوتیک‌ها در تیمار LaBb در حدود ۲/۲ سیکل لگاریتمی افزایش تشان داد. در پایان دوره نگهداری در هر سه تیمار تعداد پروبیوتیک‌ها بالاتر از حد توصیه شده برای تامین اثرات سلامتی بودند. همچنین در پایان دوره نگهداری نمونه کنترل بالاترین مقدار pH و آب اندازی و کمترین مقدار اسیدیته، ظرفیت نگهداری آب، ویسکوزیته و پذیرش کلی را در بین تیمارها داشت. اما بین نمونه‌های حاوی پروبیوتیک از نظر اسیدیته، pH، ویسکوزیته، آب اندازی، ظرفیت نگهداری آب و پذیرش کلی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. با توجه به نتایج حاصل از این بررسی، نه تنها استفاده از پروبیوتیک‌ها تاثیر منفی بر خواص کیفی ماست حاصل از شیر نداشت بلکه علاوه بر دارا بودن خواص سلامتی‌بخش، خصوصیات حسی محصول نهایی را نیز بهبود بخشیدند. بنابراین ماست حاصل از شیر بز حامل خوبی برای پروبیوتیک‌ها می‌باشد.

منابع

۱. ابراهیم‌زادگان، سمانه و زمردی، شهین. (۱۳۹۳). زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* (LAFTI-L10) و *بیفیدوباکتریوم لاکتیس* (LAFTI-B94) و تاثیر آنها بر خواص کیفی و ریزساختاری دوغ. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی. شماره ۴۲ (۲)، صفحه ۵۳۱-۵۴۱.

۲. خجسته کی، مهدی، حاجی رجبعلی، حمزه و حسن پورمحمدی. (۱۳۹۴). نشریه آشنایی با پرورش بز سانن وآلپاین. انتشارات مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی سازمان جهادکشاورزی استان قم. صفحه ۶-۷.

3. AOAC. Official methods of analysis (14 thed) Arlington VA: Association of Official Analytical Chemists. 1997.

4. Bruzantin F. P, Daniel J. L. P, Silva P. P. M and Spoto M. H. F. 2016. Physicochemical and sensory characteristics of fat-free goat milk yogurt with added stabilizers and skim milk powder fortification. J Dairy Sci. 99: 3316–3324.

5. Chen H, Zhang Q. H, Wang C. F and Shu G. W. 2013. Effects of temperature on fermentation of goat milk by *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei*. Food Machin. 29(1): 23−26.

6. Costa M. P, Frasao B S, Silva A. C. O, Freitas M. Q, Franco R.M and Conte-Junior C. A. 2015. Cupuassu (*Theobroma*

grandiflorum) pulp, probiotic, and prebiotic, Influence on color, apparent viscosity, and texture of goat milk yogurts. J Dairy Sci. 98: 5995–6003.

7. Dave R. I and Shah N.P. 1997. Viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starter cultures. Inter Dairy J. 7: 31-41.

8. Falade K.O, Ogundele O.M, Ogunshe A.O, Fayemi O.E and Ocloo F.C.K. 2015. Physico-chemical, sensory and microbiological characteristics of plain yoghurt from bambara groundnut and soybeans. J Food Sci & Technol. 52 (9): 5858–5865.

9. Fonseca C. R, Bordin K, Fernandes C. H, Cruz A. G and Oliveira A. F. 2013. Storage of refrigerated raw goat milk affecting the quality of whole milk powder. J Dairy Sci. 96: 4716–4724.

10. Güler-Akın M. B and Akın M. S. 2007. Effects of cysteine and different incubation temperatures on the microflora, chemical composition and sensory characteristics of bio-yogurt made from goats milk. Food Chem. 100: 788−793.

11. Gyawali R and Ibrahim S. A. 2016. Effects of hydrocolloids and processing conditions on acid whey production with reference to Greek yogurt. Trends in Food Sci and Technol. 56: 61-76.

12. Habibi Najafi M.B, Fatemizadeh S.S and Tavakoli M. 2018. Release of proteolysis products with ACE-inhibitory and antioxidant activities in probiotic yogurt containing different levels of fat and prebiotics. Int J Pept Res Therapeut 1-11

13. Jia R, Chen H, Chen H and Ding W. 2016. Effects of fermentation with *Lactobacillus rhamnosus* GG on product quality and fatty acids of goat milk yogurt. J Dairy Sci. 99: 221–227.

14. Kailasapathy K, Harmstorf I and Phillips M. 2008. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* ssp *lactis* in stirred fruit yoghurts. LWT – Food Sci and Technol. 41: 1317–1322.

15. Liu C. G, Yi W. Z and Zhou H. 2013. Optimization of fermentation conditions of milk with blend probiotic strains based on high viable count. Trans Chinese Soc Agric Eng. 29(13): 286−296.

16. Masamba K. G and Ali L. 2013. Sensory quality evaluation and acceptability determination of yoghurt made from cow, goat and soy milk. Afr J Food Sci Technol. 4: 44–47.

17. Mayer H. K and Fiechter G. 2012. Physical and chemical characteristics of sheep and goat milk in Austria. Int Dairy J. 24:57–63

18. Mituniewicz–Małek A, Zieli´nska D and Ziarno M. 2019. Probiotic monocultures in fermented goat milk beverages–sensory quality of final product. Inter J Dairy Technol. 72: 240–247.

19. Niamah A. K, Al-Sahlany S. T. G and Al-Manhel A. J. 2016. Gum Arabic uses as prebiotic in yogurt production and study effects on physical, chemical properties and survivability of probiotic bacteria during cold storage. World Appl Sci J. 34 (9): 1190-1196.

20. Nikolic M, Terzic-Vidojevic A, Jovcic B, Begovic J, Golic N and Topisirovic L. 2008. Characterization of lactic acid bacteria isolated from Bukuljac, a homemade goat's milk cheese. Inter J Food Microbiol. 122: 162–170.

21. Ozer B. H, Stenning R. A, Grandison A. S and Robinson R. K. 1999. Rheology and microstructure of Labneh concentrated yogurt. J Dairy Sci. 824: 682-689.

22. Paz N. F, De Oliveira E. G, De Kairuz M. S. N and Ramón A. N. 2014. Characterization of goat milk and potentially symbiotic non-fat yogurt. Food Sci Technol Campinas. 34(3): 629-635.

23. Ranadheera C. S, Evans C. A, Adams M. C and Baines S. K. 2016. Co-culturing of probiotics influences the microbial and physico-chemical properties but not sensory quality of fermented dairy drink made from goats' milk. Small Ruminant Res. 136: 104–108.

24. Sahan N, Yasar K and Hayaloglu A. A. 2008. Physical, chemical and flavor quality of non-fat yogurt as affected by a bglucan hydrocolloidal composite during storage. Food Hydro. 22: 1291–1297

25. Salamoura C, Kontogianni A, Katsipi D, Kandylis P and Varzakas T. 2014. Probiotic fermented milks made of cow's milk, goat's milk and their mixture. J Biotechnol. 185: S77.

26. Salazar N, Ruas-Madiedo P and Kolida S. 2009. Exopolysaccharides produced by Bifidobacterium longum IPLA E44 and Bifidobacterium animalis subsp. lactis IPLA R1 modify the composition and metabolic activity of human faecal microbiota in pH-controlled batch cultures. Int J Food Microbiol. 135: 260-267.

27. Scibisz I, Ziarno M and Mitek M. 2019. Color stability of fruit yogurt during storage. J Food Sci and Technol. 43 (5): 1997-2009.

28. Senaka Ranadheera C, Evans C. A, Adams M. C and Baines S. K. 2012. Probiotic viability and physico-chemical and sensory properties of plain and stirred fruit yogurts made from goat's milk. Food Chem. 135: 1411–1418.

29. Serra M, Trujillo A. J, Guamis B and Ferragut V. 2009. Proteolysis of yogurts made from ultra-high pressure homogenized milk during cold storage. J Dairy Sci. 92:71–78.

30. Shafiee G, Mortazavian A. M and Mohammaifar M. A. 2010. Combined effect of dry matter content, incubation temperature and final pH of fermentation on biochemical and microbiological characteristics of probiotic fermented milk. Afr J Microbiol Res. 4: 1265-1274.

31. Shu G, Bao C, Chen H, Wang C and Yang H. 2016. Fermentation optimization of goat milk with *lactobacillus acidophilus* and *bifidobacterium bifidum* by box-behnken design. Acta Sci Pol Technol Aliment. 15(2): 151–159.

32. Slačanac V, Lučan M, Hardi J, Habschied K, Krstanović V and Gagula G. 2013. Predictive modeling of *Bifidobacterium animalis* subsp. *Lactis* Bb-12 growth in cow's, goat's and soy milk. Mljekarstvo. 63 (4): 220-227.

Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis* and quality properties of yogurt made from goat's milk

Nezhad Razmjoui Akhgar R[1], Zomorodi Sh[2*]

1. Department of Animal Science Research, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Urmia, Iran.

2. Department of Engineering Research, West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Urmia, Iran.

***Corresponding author:** *s.zomorodi@areeo.ac.ir*

Accepted: 1 November 2019 Received: 30 July 2020

Abstract

Goat's milk is a proper alternative to cow's milk because of its higher digestibility and lower allergic characteristics, as well as its higher functional nutrient. On the other hand, its health benefits can be increased by the incorporation of probiotics into goat's milk. This research aimed to investigate the survivability of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis* (*B. lactis*) individually and in combination on the physicochemical and sensory properties of yogurt made of goat's milk during 21days storage. In this research, 4 treatments were prepared, including control (with no probiotic bacteria), La treatment containing *Lactobacillus acidophilus,* Bb treatment containing *B. lactis,* and LaBb treatment containing a combination of *Lactobacillus acidophilus* and *B. lactis*. The results showed that the count of *Lactobacillus acidophilus*, *B. lactis,* and their combination reached from 8.54 log cfu/g on the first day to 9.43, 10.06 and 10.75 log cfu/g at the end of the storage period, respectively. At the end of the storage period, the control sample had significantly the highest pH and syneresis and the lowest acidity, water holding capacity, viscosity, and overall acceptability among treatments. However, no significant difference between samples containing probiotic in acidity, pH, viscosity, syneresis, water holding capacity, and overall acceptability was observed. According to the results obtained of this study, yogurt made of goat's milk, in addition to being a suitable carrier for probiotics, its sensory properties improve as a result of the incorporation of these probiotics.

Keywords: *Bifidobacterium lactis*, Probiotics, *Lactobacillus acidophilus*, Goat milk yogurt.