مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی تاثیر افزودن شیر سویا، جو و بادام بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست پروبیوتیکی

یاسمن جوکار[1] و زهرا ارجائی[2*]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فسا، فسا، فارس، ایران.

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فسا، فسا، فارس، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۱۱/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۴/۲۷

کلمات کلیدی:

ماست پروبیوتیکی،

شیر سویا،

شیر جو،

شیر بادام

DOI:10.22034/FSCT.22.162.90.

* مسئول مکاتبات:

zerjaee@yahoo.com

چکیده

پروبیوتیک‌ها باکتری‌های مفیدی هستند که می‌توانند به مواد غذایی به خصوص فرآورده‌های لبنی اضافه شوند و اثرات سلامت بخشی خود را در بدن ایجاد کنند. در این مطالعه از دو باکتری پروبیوتیکی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و لاکتوباسیلوس پلانتارم به میزان ۱۰۸ cfu/ml در ماست همراه با شیر سویا، جو و بادام در سه غلظت (۷۵:۲۵، ۵۰:۵۰، ۲۵:۷۵ نسبت شیر/شیر سویا، جو و بادام) استفاده شد و به مدت ۲۱ روز مورد بررسی قرار گرفت. در روزهای ۰، ۷، ۱۴ و ۲۱ نمونه‌های ماست تحت آزمون‌های تعیین قابلیت زنده‌مانی، pH، اسیدیته، بریکس، ویسکوزیته، آب‌اندازی و آزمون‌های حسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که باکتری‌های پروبیوتیک در طی نگهداری در ابتدا روندی صعودی و سپس نزولی را طی نموده‌اند. نمونه ماست های حاوی شیر سویا، بادام و جو مقدار کاهش کمتری در میزان باکتری پروبیوتیک داشتند و در پایان ۲۱ روز حد قابل قبولی از زنده مانی باکتری را نشان دادند. روند کاهش pH و تولید اسید توسط این باکتری ها در ماست ها طی زمان مشاهده شد و این روند در نمونه های حاوی شیر سویا، جو و بادام بیشتر بود. آب اندازی در تمامی نمونه ها روند افزایشی در طول زمان نشان داد ولی ماست های حاوی شیر سویا، بادام و جو آب اندازی کمتری داشتند. درصد مواد جامد محلول تمامی نمونه‌ها در طی نگهداری روندی کاهش را نشان داد ولی در نمونه ماست های حاوی شیر سویا، جو و بادام این روند کندتر صورت گرفت. ویسکوزیته محصولات تولید شده در طی زمان نگهداری روندی صعودی را نشان دادند و نمونه های حاوی حاوی شیر سویا، جو و بادام، ویسکوزیته بالاتری داشتند. مقبولیت کلی در تمام نمونه های ماست با نمونه شاهد تفاوت معنی داری نداشت. در نهایت ماست حاوی ۲۵ درصد شیر و ۷۵ درصد شیر جو از نظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نسبت به سایر تیمارها کیفیت بهتری برخوردار بود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-06-29]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.162.90]

۱-مقدمه

غذاهایی که سبب بهبود و ارتقای سطح سلامت جامعه شده و مواد مغذی ضروری بدن را تامین می‌کنند، غذاهای فراسودمند[1] نامیده می‌شوند. در حال حاضر تمایل بسیار زیادی برای مصرف مواد غذایی فراسودمند می‌باشد. در این میان، موادغذایی و نوشیدنی‌های حاوی پروبیوتیک و ترکیبات پری‌بیوتیک از اهمیت بالایی برخوردارند. پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که در مقادیر کافی، موجب ایجاد تعادل در فلور میکروبی میزبان می‌شوند [۱]. میزان $۱۰^{۷}$-$۱۰^{۶}$ عدد پروبیوتیک در هر گرم برای بروز اثرات سلامتی بخش ضروری است[۲].

بیشترین میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک از دسته باکتری‌های اسید لاکتیک هستند، مانند *لاکتوباسیلوس پلانتاروم، لاکتوباسیلوس کازئی، لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و استرپتوکوکوس لاکتیس*. تحقیقات نشان داده‌اند که افزودن پروبیوتیک‌ها به غذا می‌تواند خواص عملکری مفید زیادی برای سلامت مصرف کننده مانند کاهش کلسترول خون، بهبود عملکرد سیستم گوارشی، تقویت سیستم ایمنی و کاهش ابتلا به سرطان را داشته باشد. باکتری‌های اسید لاکتیک اغلب به طور تجاری در تولید محصولات لبنی مانند ماست، مورد استفاده واقع شوند. افزودن ترکیبات پریبیوتیک می تواند اثر سینرژستیک بر روی محصولات پروبیوتیکی داشته باشند[۳].

ماست[2] یک فرآورده لبنی پرمصرف است که حاصل تخمیر لاکتیکی شیر پاستوریزه به وسیله *لاکتو باسیلوس دلبروکی زیرگونه بولگاریکوس*[3] *و استرپتوکوکوس سالیواریوس زیرگونه ترموفیلوس*[4] می‌باشد. به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالایی که دارد در سراسر جهان مورد توجه فراوانی قرار گرفته است و ارزش تغذیه‌ای آن می‌تواند با افزودن ترکیبات غذایی عملگرا مانند پروبیوتیک و پریبیوتیک ها، افزایش یابد [٤]. افزودن ترکیبات مغذی به ماست و باکتری های پروبیوتیکی جهت افزایش خاصیت تغذیه ای این محصول در برخی تحقیقات صورت گرفته است. Cui و همکاران (۲۰۲۱) اثر افزودن باکتری‌های پروبیوتیکی را بر ماست تهیه شده از شیر گاو و شیر سویا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که ماست تهیه شده سینریس کمتر و سفتی بافت بیشتری در طی زمان نگهداری داشت[٥]. شیر سویا افزوده شده به ماست پروبیوتیک علاوه بر کاهش سینرسیس و سفتی بافت ماست، افزایش در شمارش باکتری های پروبیوتیک لاکتوباسیولوس اسیدوفیلوس LA5 شد، ولی طعم ماست های حاوی شیر سویا مورد مقبلویت نبود [٦]. ماست بر پایه بادام هندی، میزان شمارش پروبیوتیک بالاتری نسبت به ماست ساده داشت و فعالیت آنتی اکسیدانی و فنلی بالاتری نشان داد [۷].

محصولات لبنی بر پایه گیاهی می تواند برای افزایش ارزش تغذیه ای انواع محصولات غذایی از جمله محصولات تخمیری مانند ماست استفاده شوند. این محصولات حاوی اسیدهای چرب مفید مانند اسید لینولئیک و اسید لینولنیک، کربوهیدارتهایی با اندکس گلیسمیک پایین، فیبر و سرشار از ویتامین های گروه ب و E می باشند. همچنین منبع غنی از پتاسیم و مقدار کم سدیم را دارا هستند[۸]. هدف از این تحقیق تولید یک محصول ماست پروبیوتیک فراسودمند با استفاده از افزودن شیر سویا، شیر جو و شیر بادام و بررسی میزان زنده مانی پروبیوتیک ها و خصوصیات حسی محصولات تولیدی می باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه و آماده سازی شیر بادام، شیر سویا، شیر جو

دانه‌های بادام، سویا و جو از بازار محلی شیراز تهیه شد و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل گردید. دانه‌های (به تنهایی) پس از آماده‌سازی اولیه (شستن و پاک کردن)، به مدت

1-Functional Food

2 -Yogurt

3- Streptococcus bulgaricus sub. bulgaricus

4 -Streptococcus salivarius spp. thermopilus

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-06-29]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.162.90]

۱۶-۱۰ ساعت در آب خیسانده شد. پس از جداسازی پوست، یک کیلوگرم از هر دانه توزین شده همراه با ۳ لیتر آب داخل مخلوط کن (مدت ۱۰ دقیقه) ریخته و مخلوط گردید. مایع حاصل پس از صاف کردن جوشانده (پاستوریزاسیون در ۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه) شد و پس از رسیدن به دمای اتاق، به عنوان شیر بادام، شیر جو و شیر سویا در یخچال (دمای ٤ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شد [۹].

۲-۲- آماده سازی و تهیه کشت میکروبی

کشت‌های منجمد شده تجاری SVD۵ شامل باکتری‌های پروبیوتیک لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، LA-5 و لاکتوباسیلوس پلانتارم، PPLP-217 بود. باکتری های آغازگر ماست و باکتریهای پروبیوتیک توسط شرکت کریستین هنسن از کشور دانمارک فراهم شد. بسته‌های آغازگر در کارخانه لبنی رامک طبق دستورالعمل شرکت سازنده، تهیه شدند و تا زمان حل شدن کامل گرانول‌های آغازگر در داخل شیر، مخلوط به آرامی هم‌زده و به میزان ۵ درصد وزنی به شیر مورد نظر برای تهیه ماست اضافه شد.

۲-۳- تهیه ماست پروبیوتیکی حاوی شیر سویا، بادام و جو

مخلوطی از شیر و شیر سویا، بادام و جو (به صورت جداگانه در نسبت‌های مختلف تعیین شده نسبت به شیر مصرفی – جدول ۱) آماده شد. بدین‌ترتیب که نسبت‌های مختلف شیر سویا، جو و بادام با استفاده از شیر بدون چربی و آب مقطر تهیه شد. پس از فرآیند گرمایی (۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت زمان ۳۰ دقیقه) نمونه ها تا رسیدن به دمای تلقیح (٤۱ درجه سانتی‌گراد) سرد شدند. در مرحله تلقیح، باکترهای آغازگر ماست (لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس) و دو گونه باکتری پروبیوتیکی به نسبت ۱ به ۵ به شیر اضافه شدند. تخمیر، در دمای ٤۲ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به pH ٤/٦ (اسیدیته نمونه‌ها به ۹۵/ ۰-۰/۹۳) انجام گرفت. در پایان تخمیر نمونه ها تا ٤ درجه سانتیگراد سرد شدند. ماست شاهد حاوی باکتری های آغازگر بود ولی هیچ نوع شیر غیر لبنی به آن اضافه نشد. نمونه‌ها به مدت ۲۱ روز در این دما نگهداری شدند. نمونه‌های تهیه شده در روزهای ۰، ۷، ١٤ و ۲۱ روز مورد آزمون قرار گرفتند.

Table 1 Yogurt treatments

Sample number	Treatment
0	Blank (probiotic yogurt without soy, barley or almond milk)
1	Probiotic yogurt containing 25% soy milk
2	Probiotic yogurt containing 50% soy milk
3	Probiotic yogurt containing 75% soy milk
4	Probiotic yogurt containing 25% barely milk
5	Probiotic yogurt containing 50% barely milk
6	Probiotic yogurt containing 75% barely milk
7	Probiotic yogurt containing 25% almond milk
8	Probiotic yogurt containing 50% almond milk
9	Probiotic yogurt containing 75% almond milk

5- singular value decomposition

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-06-29]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.162.90]

۲-۳- آزمون‌ها

۲-۳-۱- زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها

برای شمارش سلول‌های زنده از روش پورپلیت استفاده شد. نمونه‌ها با محلول سرم استریل رقیق شده و در محیط کشت MRS Agar [۶] به صورت کشت عمقی و هوازی کشت داده و در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد برای ۴۸ ساعت انکوبه شدند. کلنی‌های مشخص شده توسط کلنی‌کانتر شمارش و به شکل log cfu/ml گزارش شدند [۱۰].

۲-۳-۲- اندازه‌گیری pH

برای تعیین pH، بعد از کالیبره کردن دستگاه pH متر توسط بافر استاندارد ۴ و ۷، الکترود pH متر مستقیما در داخل نمونه‌ها قرار گرفت و pH آن قرائت شد.[۱۱].

۲-۳-۳- تعیین بریکس

به منظور بررسی تغییرات مواد جامد محلول از جمله قندها در فرایند تخمیر ماست های پروبیوتیک، بریکس نمونه ها بررسی شد. پس از تنظیم نمودن رفراکتومتر با آب مقطر، چند قطره از نمونه با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد روی منشور رفراکتومتر قرار گرفت. پس از حذف پراکندگی نوری و ایجاد دو بخش مساوی روشن و تاریک در صفحه نمایشگر، غلظت مواد جامد محلول در آب بر حسب بریکس قرائت شد. نتیجه بر حسب گرم در صد گرم نمونه بیان شد [۱۲].

۲-۳-۴- ویسکوزیته

ویسکوزیته نمونه‌های تولید شده در این مطالعه با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد اندازه‌گیری شد. در این آزمایش پس از آزمون‌های اولیه اسپندل شماره۶ به عنوان اسپندل مناسب جهت اندازه‌گیری ویسکوزیته انتخاب شد (با توجه به دستورالعمل شرکت سازنده، اسپندل مناسب جهت اندازه‌گیری ویسکوزیته، اسپندلی است که در سرعت مورد نظر گشتاوری بالاتر از ۱۰ درصد را نشان دهد). نفوذ پروب به درون نمونه ها به میزان ۳۰ میلی‌متر تنظیم شد. سرعت پروب قبل از تست ۱ میلی‌متر بر ثانیه، سرعت تست ۱ میلی‌متر بر ثانیه و سرعت پروب پس از تست ۱۰ میلی‌متر بر ثانیه تنظیم شد. کلیه آزمون‌ها در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و با شرایط یکسان انجام شد. به طوری که ویسکوزیته نمونه‌ها در سرعت ۷۰ دور در دقیقه و پس از گذشت ۱۵ ثانیه از چرخش اسپندل قرائت شد و پارامترهای بافتی سفتی (گرم) و اندیس ویسکوزیته (میلی پاسکال ثانیه) گزارش شد [۱۲].

۲-۳-۵- اندازه‌گیری میزان آب اندازی

جهت اندازه گیری میزان آب اندازی ماست، ۲۵ گرم نمونه روی کاغذ صافی واتمن شماره ۴۱ توزین و روی قیف قرار داده شد. میزان آب خارج شده از قیف پس از ۱۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تحت عنوان میزان آب‌اندازی بیان گردید. میزان آب‌اندازی بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم نمونه بیان شد[۱۳].

۲-۳-۶- آزمون حسی

ویژگی‌های حسی ماست شامل طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی با استفاده از آزمون هدونیک ۵ امتیازی توسط ۱۰ ارزیاب آموزش دیده در دمای اتاق، انجام شد. مقداری از محصول لبنی پروبیوتیک جهت آزمون با اندازه‌ی استاندارد در داخل ظرف‌های پلاستیکی غیر قابل نفوذ به هوا قرار داده شد. فرم مورد استفاده به گونه‌ای بود که حداکثر نمره (۵) به منزله عالی بودن نمونه و کمترین نمره (۱) نشان دهنده خیلی بد بودن نمونه است[۱۲].

۲-۳-۷- آنالیز آماری

کلیه آزمایش‌ها در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام شد. میانگین‌ها با نرم افزار spss 25 و بر اساس آزمون‌های دانکن در سطح پنج درصد مقایسه شدند. اختلاف

6-de MAN, ROGOSA and SHARPE

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-06-29]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.162.90]

معنی‌دار یا غیر معنی‌دار مقادیر میانگین در جداولی با حروف انگلیسی به همراه میزان انحراف داده‌ها از میانگین آورده شد و نمودارهای حاصل در نرم افزار excel ۲۰۱۳ رسم گردید و مورد مقایسه و بررسی قرار گرفت.

۳- نتایج و بحث

۱-۳- زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیکی در ماست

بر اساس نتایج آماری بدست آمده در سطح اطمینان ۹۵٪ (جدول۲)، اثر غلظت‌های مختلف شیر سویا، جو و بادام روی زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک نمونه‌های ماست معنی‌دار شد ($p<۰/۰۵$). قابلیت زنده‌مانی نمونه‌ها، در طی زمان ابتدا روندی صعودی و سپس نزولی را طی نموده است به‌طوری‌که بعد از ۳ هفته نگهداری نمونه ماست پروبیوتیکی حاوی ۷۵ درصد شیر جو و ۲۵ درصد شیر (T6) و نمونه شاهد (T0) به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین زنده‌مانی را نشان دادند. زمان نگهداری نمونه‌های ماست پروبیوتیکی نیز روی قابلیت زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک نمونه‌های ماست معنی‌دار شد ($p<۰/۰۵$) و با گذشت ۲۱ روز از تهیه نمونه‌ها، قابلیت زنده‌مانی افزایش قابل توجهی را نشان داده است (جدول ۲). به طور کلی بر اساس نتایج بدست آمده، در این مطالعه پارامترهای زمان و درصد های مختلف شیر سویا، جو و بادام به عنوان متغیرهای موثر بر قابلیت زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیکی مورد بررسی قرار گرفت، که نتایج نشان دادند که با افزایش درصد شیر سویا، جو و بادام به طور معنی داری قابلیت زندمانی باکتری‌های پروبیوتیکی نسبت به غلظت‌های پایین‌تر و نمونه‌های شاهد، افزایش یافته است.

بر اساس نتایج بدست آمده قابلیت زندمانی باکتری‌های پروبیوتیکی در طی زمان نگهداری ابتدا روندی صعودی و در انتها روندی نزولی را طی نموده است. این روند صعودی تا روز ١٤ را می‌توان به غنی بودن ماست از ترکیبات مغذی موجود در شیر جو، سویا و بادام و سایر ترکیبات موجود در ماست مرتبط دانست که سبب شده است ابتدا باکتری‌های پروبیوتیکی به صورت لگاریتمی رشد و سپس با کاهش میزان ماده مغذی موجود در محیط، رشدی نزولی را طی نمایند. ولی از میزان باکتری ها از حد استاندارد آن یعنی ٦ log cfu/ml ، کمتر نشد. Shoria و همکاران (۲۰۲۲) زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ماست مبتنی بر شیره بادام هندی تخمیر شده با سویه‌های پروبیوتیکی لاکتوباسیلوس را مورد بررسی قرار دادند. آنها از گونه‌های پروبیوتیکی لاکتوباسیلوس کازئی، رامنوسوس، پلانتارم، دلبروکی و ترموفیلوس استفاده کردند. نتایج بررسی نشان داد که باکتری‌های پروبیوتیکی در طی زمان نگهداری تا روز ١٤ افزایش معنی‌داری را نشان داده است ولی در ادامه مطابق با نتایج مطالعه حاضر کاهش رشد را نشان داده اند. آن‌ها دلیل این کاهش را کاهش مواد مغذی محیط و افزایش pH محیط گزارش دادند [٦].

در تمام فرآورده‌های پروبیوتیک تعداد سلول‌های زنده پروبیوتیک در هر گرم یا میلی‌لیتر از فرآورده در لحظه مصرف، از ارزش اساسی فرآورده‌های پروبیوتیک به شمار می‌آید، از این رو شاخص یاد شده تعیین کننده‌ی کارایی سلامت بخش این محصولات می‌باشد[١٤]. علاوه بر این، تعداد باکتری‌های پروبیوتیک در فرآورده باید به اندازه کافی زیاد باشد تا پس از مصرف با توجه به این فرآورده، تعداد استاندارد سلول زنده پروبیوتیک به محیط روده راه یابد. تعداد باکتری‌های زنده مورد نیاز در زمان مصرف برای اثر بخش بودن غذا بر سلامتی فرد مصرف کننده باید حداقل log ٦ cfu/ml باشد [۲]. قابلیت زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها در نمونه‌های غذایی به مواردی مانند pH، دما و زمان نگهداری یخچالی، ترکیبات سین بیوتیکی نظیر شیر سویا، جو و بادام، حضور ریززنده‌های رقابت‌کننده و بازدارنده بستگی دارد [۱۵].

باکتری های لاکتوباسیلوس در طی زمان سبب افزایش اسیدیته و کاهش pH و همچنین ایجاد ترکیباتی نظیر هیدروژن پراکسید در طی زمان نگهداری می‌شوند که این خود می‌تواند سبب کاهش در رشد و زنده‌مانی گردد[١٦]. در مطالعه انجام شده توسط Parks و همکاران (١٩٦٧)، زنده مانی لاکتوباسیلوس طی ۲۸ روز نگهداری، در هفته آخر به طور قابل ملاحظه کاهش می‌یابد. علت کاهش، ناشی از تشدید اثر مهار کنندگی اسیدهای آلی تولید شده در محصول بود[١٧]. براساس مطالعات انجام شده، اثر مهار کنندگی اسیدهای آلی بر حسب pH، نوع و غلظت اسید، نوع سویه و فاز رشد باکتریایی متفاوت است. نتایج مطالعه Lind و

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-06-29]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.162.90]

همکاران (۲۰۰۵) نشان داد اسید پروپیونیک از خاصیت مهارکنندگی بیشتری نسبت به اسید لاکتیک و استیک برخوردار است. همچنین اثر مهارکنندگی اسیدهای آلی با کاهش pH، به طور قابل ملاحظه افزایش می‌یابد [۱۸].

Table 2 The effect of different concentrations of soy, barley and almond milk on changes in the viability (log cfu/ml) of yogurt probiotic bacteria during storage time

Yogurt sample	day			
	0	7	14	21
T0	8.00 ± 0.00^{aD}	8.34 ± 0.10^{aC}	7.36 ± 0.22^{aB}	6.66 ± 0.31^{aA}
T1	8.00 ± 0.00^{aA}	8.46 ± 0.05^{abC}	8.68 ± 0.11^{bcC}	8.22 ± 0.19^{bcB}
T2	8.00 ± 0.00^{aA}	8.87 ± 0.11^{cdC}	8.91 ± 0.12^{bdC}	8.60 ± 0.14^{cdB}
T3	8.00 ± 0.00^{aA}	8.83 ± 0.22^{cdB}	9.12 ± 0.10^{dC}	8.90 ± 0.12^{eBC}
T4	8.00 ± 0.00^{aA}	8.81 ± 0.11^{cdC}	8.66 ± 0.10^{bcBC}	8.51 ± 0.00^{cdB}
T5	8.00 ± 0.00^{aA}	9.04 ± 0.08^{deC}	9.11 ± 0.13^{dC}	8.78 ± 0.08^{deB}
T6	8.00 ± 0.00^{aA}	9.15 ± 0.01^{eB}	9.65 ± 0.28^{eC}	9.36 ± 0.21^{fBC}
T7	8.00 ± 0.00^{aA}	8.51 ± 0.33^{abB}	8.46 ± 0.02^{bB}	8.12 ± 0.09^{bA}
T8	8.00 ± 0.00^{aA}	8.38 ± 0.13^{aB}	8.72 ± 0.17^{bcC}	8.19 ± 0.04^{bcAB}
T9	8.00 ± 0.00^{aA}	8.72 ± 0.04^{bcB}	9.02 ± 0.10^{dC}	8.56 ± 0.27^{dB}

* Lowercase letters in each column indicate a significant difference of $p < 0.05$ and uppercase letters in each row indicate a significant difference of $p < 0.05$.

* T0 blank sample, T1 Yogurt with 25% soy milk, T2 yogurt with 50% soy milk, T3 yogurt with 75% soy milk, T4 yogurt with 25% barely milk, T5 yogurt with 50% barely milk, T6 yogurt with 75% barely milk, T7 yogurt with 25% almond milk, T8 yogurt with 50% almond milk, T9 yogurt with 75% almond milk

۲-۳- pH ماست

بر اساس نتایج آماری بدست آمده در سطح اطمینان ۹۵٪ ، اثر غلظت‌های مختلف شیر سویا، جو و بادام بر روی تغییرات pH نمونه‌های ماست معنی‌دار شد (p<۰/۰۵)، به نحوی که مطابق با جدول ۳، pH نمونه‌ها در طی زمان روندی نزولی را طی نموده است به طوری‌که بعد از ۳ هفته نگهداری نمونه ماست پروبیوتیکی حاوی ۷۵ درصد شیر جو و ۲۵ درصد شیر (T6) و نمونه شاهد (T0) به ترتیب پایین‌ترین و بالاترین pH را نشان دادند. زمان نگهداری نمونه‌های ماست پروبیوتیکی نیز روی تغییرات pH نمونه‌های ماست معنی‌دار شد (p<۰/۰۵) و با گذشت ۲۱ روز از تهیه نمونه‌ها، pH کاهش قابل توجهی را نشان داده است (جدول ۳). به طور کلی بر اساس نتایج بدست آمده، در این مطالعه پارامترهای زمان و درصدهای مختلف شیر سویا، جو و بادام به عنوان متغییرهای موثر بر تغییرات pH مورد بررسی قرار گرفت، که نتایج نشان دادند که با افزایش درصد شیر سویا، جو و بادام به طور معنی‌داری pH نسبت به غلظت‌های پایین‌تر و نمونه‌های شاهد کاهش یافته است.

Table 3 The effect of different concentrations of soy, barley and almond milk on changes in the pH of yogurt probiotic bacteria during storage time

Yogurt sample	day			
	0	7	14	21
T0	6.76 ± 0.01^{cdC}	6.45 ± 0.08^{fB}	5.93 ± 0.05^{gA}	5.85 ± 0.04^{fA}
T1	6.74 ± 0.02^{bcD}	6.42 ± 0.02^{efC}	5.83 ± 0.09^{fB}	5.43 ± 0.03^{dA}
T2	6.77 ± 0.01^{dD}	6.33 ± 0.08^{deC}	5.71 ± 0.06^{deB}	5.32 ± 0.04^{cA}
T3	6.72 ± 0.01^{abD}	6.22 ± 0.02^{cC}	5.60 ± 0.06^{cB}	5.12 ± 0.05^{bA}
T4	6.71 ± 0.02^{aD}	6.26 ± 0.11^{cdC}	5.67 ± 0.03^{cdB}	5.43 ± 0.04^{dA}
T5	6.73 ± 0.01^{abD}	6.12 ± 0.05^{abC}	5.45 ± 0.02^{bB}	5.09 ± 0.07^{bA}
T6	6.72 ± 0.01^{abD}	6.07 ± 0.02^{aC}	5.27 ± 0.04^{aB}	4.82 ± 0.05^{aA}
T7	6.71 ± 0.01^{aD}	6.30 ± 0.06^{cdC}	5.80 ± 0.02^{edB}	5.68 ± 0.05^{eA}
T8	6.71 ± 0.00^{aD}	6.21 ± 0.01^{bcC}	5.71 ± 0.04^{edB}	5.61 ± 0.08^{eA}
T9	6.71 ± 0.00^{aD}	6.21 ± 0.06^{bcC}	5.64 ± 0.04^{cdB}	5.26 ± 0.05^{cA}

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-06-29]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.162.90]

* Lowercase letters in each column indicate a significant difference of $p < 0.05$ and uppercase letters in each row indicate a significant difference of $p < 0.05$.

* T0 blank sample, T1 Yogurt with 25% soy milk, T2 yogurt with 50% soy milk, T3 yogurt with 75% soy milk, T4 yogurt with 25% barely milk, T5 yogurt with 50% barely milk, T6 yogurt with 75% barely milk, T7 yogurt with 25% almond milk, T8 yogurt with 50% almond milk, T9 yogurt with 75% almond milk

در این مطالعه، نتایج نشان دادند (جدول ۳) pH تمامی نمونه ها در طی زمان نگهداری کاهش معنی داری را نشان داده است، افت pH و افزایش اسیدیته طی نگهداری می‌تواند در نتیجه آنزیم‌هایی است که بوسیله استارترها طی تخمیر تولید می‌شوند. این کاهش pH و افزایش اسیدیته را به پس اسیدسازی طی نگهداری در نتیجه آنزیم بتاگالاکتوزیداز که در دمای ۰-۵ درجه سانتی‌گراد نیز فعال است، نسبت داده‌اند[۱۹]. در این مطالعه امکان دارد علت کاهش pH و افزایش اسیدیته طی ۲۱ روز نگهداری، خوکافت (اتوآنالیز) برخی از سلول‌های از پیش کشته شده پروبیوتیک‌ها به سبب شرایط نامناسب محیط یا نگهداری نیز باشد (Afzaal , 2022)[۲۰]. Sohrabvandi و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که این خودکافت باکتری‌های پروبیوتیک سبب متلاشی شدن سلول‌ها و آزادسازی اسیدهای آمینه، پپتیدها و پروتئین‌ها در محیط شده که در نهایت منجر به کاهش pH و افزایش اسیدیته می‌شود. تفاوت در مقدار اسید لاکتیک تولید شده توسط اسید لاکتیک باکتری‌ها به تفاوت آن‌ها در توانایی تخمیر قند بستگی دارد [۲۱].

شیر سویا، جو و بادام دارای ترکیباتی هستند که فعالیت میکروارگانیسم‌ها و آنزیم‌های آنها را افزایش می دهند احتمال می‌رود که وجود آنزیم‌های موجود در ماست همچنین تولید برخی آنزیم‌ها توسط پروبیوتیک‌ها مخصوصا در اوایل دوره نگهداری، منجر به تجزیه مواد پروتئینی و مخصوصا کربوهیدارات شده که در پی آن، اسیدهای آلی (مخصوصا اسید لاکتیک) تولید می‌شود[۲۲]. در مطالعه ای مشابه Lollo و همکاران (۲۰۱۳) تاثیر باکتریهای پروبیوتیک و ترکیبات پری‌بیوتیکی نظیر لیکوپن رو را بر نوشیدنی لبنی پروبیوتیکی مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطابق با نتایج مطالعه حاضر نشان داد با افزایش ترکیبات، قابلیت زنده مانی به طور معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد افزایش یافته است. همچنین با افزایش درصد غلظت ترکیبات پری‌بیوتیکی میزان pH در طی نگهداری کاهش و اسیدیته افزایش یافت [۲۳].

۳-۳- درصد مواد جامد محلول (بریکس) ماست

مطابق با جدول ٤، بریکس نمونه‌ها در طی زمان روندی نزولی را طی نموده است به‌طوری‌که بعد از ۳ هفته نگهداری نمونه ماست پروبیوتیکی حاوی ۲۵ درصد شیر بادام و ۷۵ درصد شیر (T6) و نمونه شاهد (ماست پروبیوتیکی بدون شیر سویا، جو و بادام) (T0) به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین بریکس را نشان دادند. زمان نگهداری نمونه‌های ماست پروبیوتیکی نیز روی تغییرات بریکس نمونه‌های ماست معنی‌دار شد ($p<۰/۰۵$) و با گذشت ۲۱ روز از تهیه نمونه‌ها، بریکس کاهش قابل توجهی را نشان داده است.

Table 4 The effect of different concentrations of soy, barley and almond milk on changes in the brix of probiotic bacteria of yogurt during storage time

Yogurt sample	day			
	0	7	14	21
T0	18.29 ± 0.10 aC	17.11 ± 0.09 aB	16.61 ± 0.32 aA	16.54 ± 0.17 aA
T1	22.31 ± 0.15 cC	22.06 ± 0.06 cC	20.56 ± 0.73 deB	19.05 ± 0.05 fA
T2	24.36 ± 0.32 dC	23.86 ± 0.33 dC	20.43 ± 0.50 cB	18.36 ± 0.10 deA
T3	26.90 ± 0.09 fC	26.62 ± 0.20 fC	22.47 ± 0.10 fB	18.15 ± 0.24 dA
T4	24.71 ± 0.80 dC	24.01 ± 0.00 dC	20.20 ± 0.10 cdB	18.55 ± 0.18 eA
T5	27.71 ± 0.22 gD	27.19 ± 0.22 gC	24.08 ± 0.11 gB	17.72 ± 0.24 cA
T6	30.08 ± 0.47 hC	29.68 ± 0.58 hC	25.19 ± 0.20 hB	17.02 ± 0.25 bA
T7	21.40 ± 0.05 bB	21.04 ± 0.05 bB	19.37 ± 0.42 bA	19.51 ± 0.24 gA
T8	22.45 ± 0.01 cC	22.17 ± 0.42 cC	19.66 ± 0.57 bcB	18.98 ± 0.02 fA
T9	25.50 ± 0.50 eC	6.21 ± 0.06 eC	21.16 ± 0.24 eB	18.98 ± 0.02 fA

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-06-29]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.162.90]

* Lowercase letters in each column indicate a significant difference of p <0.05 and uppercase letters in each row indicate a significant difference of p <0.05.

* T0 blank sample, T1 Yogurt with 25% soy milk, T2 yogurt with 50% soy milk, T3 yogurt with 75% soy milk, T4 yogurt with 25% barely milk, T5 yogurt with 50% barely milk, T6 yogurt with 75% barely milk, T7 yogurt with 25% almond milk, T8 yogurt with 50% almond milk, T9 yogurt with 75% almond milk

اضافه شدن باکتری‌ها به نمونه های ماست حاوی غلظت های مختلف شیر سویا، جو و بادام مقدار بریکس در همه تیمارها کاهش داد که این کاهش در نمونه ماست حاوی غلظت های بالاتر شیر سویا، جو و بادام بیشتر بود. با توجه به اینکه بریکس شامل مواد جامد محلول در آب است و قندهای موجود در آب ماست جزئی از بریکس محسوب می‌شوند، با انجام عمل تخمیر توسط باکتری و تبدیل شدن قندها به اسیدهای آلی (اسید لاکتیک) و یکسری ترکیبات فرار، کاهش در مقدار قند و در نهایت کاهش بریکس اتفاق می‌افتد، بنابراین تا حد زیادی می‌توان علت کاهش بریکس را به دلیل مصرف قند توسط پروبیوتیک‌هایی باشد که به صورت آزاد در ماست وجود دارند [۱٤]. Lupien-Meilleura و همکاران (۲۰۱٦) تاثیر باکتری‌های پروبیوتیکی را بر ویژگی‌های نوشیدنی لبنی در طی زمان نگهداری در دمای یخچال مورد بررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه مطابق با نتایج مطالعه حاضر نشان دادند که میزان مواد جامد محلول در طی نگهداری کاهش یافته است [۲٤]. Shah و همکاران (۲۰۱۰) گزارش دادند که بریکس مدل نوشیدنی لبنی مختلف حاوی لاکتوباسیلوس رامنوسوس،کازئی و بیفیدوباکتریوم لاکتیس بعد از ٦ هفته نگهداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد از ۱۱/۸ به ۹/۱ گرم در ۱۰۰ گرم کاهش یافت، که با نتایج حاصل از این مطالعه مطابقت دارد [۲۵]. همچنین Shoria و همکاران (۲۰۲۲) زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ماست مبتنی بر شیره بادام هندی تخمیر شده با سویه‌های پروبیوتیکی لاکتوباسیلوس را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد افزودن پروبیوتیک‌ها به ماست به طور معنی‌داری درصد مواد جامد محلول را نسبت به نمونه شاهد کاهش داده است [٦].

٤-۳- ویسکوزیته ماست

بر اساس نتایج آماری بدست آمده در سطح اطمینان ۹۵٪ (جدول ۵)، اثر غلظت‌های مختلف شیر سویا، جو و بادام روی تغییرات ویسکوزیته نمونه‌های ماست معنی‌دار است (p<۰/۰۵)، ویسکوزیته نمونه‌ها در طی زمان روندی صعودی را طی نموده است به‌طوری‌که بعد از ۳ هفته نگهداری نمونه ماست پروبیوتیکی حاوی ۷۵ درصد شیر جو و ۲۵ درصد شیر (T6) بالاترین ویسکوزیته را نشان دادند. ویسکوزیته در نمونه ماست شاهد و نمونه ماست هایی که درصد پایین شیر سویا، جو و بادام داشتند، به طور معنی داری کمتر از بقیه نمونه ها بود. زمان نگهداری نمونه‌های ماست پروبیوتیکی نیز روی تغییرات ویسکوزیته نمونه‌های ماست معنی‌دار شد (p<۰/۰۵) و با گذشت ۲۱ روز از تهیه نمونه‌ها، ویسکوزیته افزایش قابل توجهی را نشان داده است.

نتایج آزمایشات ویسکوزیته نشان دادند که نمونه‌های حاوی شیر سویا، جو و بادام در غلظت‌های مختلف ویسکوزیته بالاتری نسبت به نمونه کنترل در طول دوره نگهداری داشتند، که این افزایش ویسکوزیته می‌تواند با افزایش غلظت شیر سویا، جو و بادام رابطه مستقیم داشته باشد، به این دلیل که این ترکیبات با باند کردن آب آزاد موجود در نمونه باعث افزایش ویسکوزیته می‌گردند[۲٦]. از طرفی دیگر می‌توان گفت افزودن شیر سویا، جو و بادام می‌تواند در ایجاد شبکه‌های منسجم و متراکم و عدم تحرک و درگیر شدن فاز پراکنده در فاز سوسپانسیون مرتبط باشد که در نتیجه سبب افزایش ویسکوزیته و کاهش آب اندازی می‌شود. Fan و همکاران (۲۰۲۲) تاثیر چندین افزودنی گیاهی نظیر شیر جو را بر روی ویژگی های کیفی ماست مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن ها نشان داد افزودن شیر جو سبب ایجاد شبکه منسجم تر در ماست شده است و افزایش ویسکوزیته ماست را در پی داشته داشته است [۲۷]. همچنین رشیدی و همکاران (۱٤۰۱)، استفاده از شیر سویا در تولید پودر کشک فراسودمند را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان دادند که افزایش شیر سویا باعث افزایش ویسکوزیته و قوام کشک بازسازی شده شد[۲۸]. در این زمینه Cheng و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند که با به هم پیوستن پروتئین‌های آب پنیر، مقدار پروتئین‌های آب پنیر در سطح میسل‌های کازئینی افزایش می‌یابد، که این باعث همبستگی بیشتر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-06-29]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.162.90]

میسل‌های کازئینی، تشکیل شبکه و درنتیجه بهتر شدن بافت ماست می‌شود. از سوی دیگر در تمامی تیمارهای مورد بررسی، فاکتور ویسکوزیته با گذشت زمان به طور معنی‌داری افزایش یافت. که این امر می‌تواند متأثر از پدیده تحکیم ژل مربوط به نگهداری نمونه‌ها در دمای پایین باشد[۲۹].

Table 5 The effect of different concentrations of soy, barley and almond milk on changes in the viscosity(µpascal/sec) of probiotic bacteria of yogurt during storage time

Yogurt sample	day			
	0	7	14	21
T0	1500.22 ± 0.20 aA	1501.79 ± 0.48 aB	1505.12 ± 0.34 aC	1506.93 ± 0.69 abD
T1	1503.58 ± 0.52 cdA	1504.92 ± 0.68 bB	1506.05 ± 0.07 abC	1507.68 ± 0.39 bcD
T2	1503.45 ± 0.56 cdA	1505.42 ± 0.62 bB	1507.26 ± 0.16 cdC	1508.91 ± 0.39 deA
T3	1504.41 ± 0.69 deA	1506.43 ± 0.84 bcB	1508.46 ± 0.47 edC	1510.96 ± 0.80 gD
T4	1502.77 ± 0.65 bcA	1507.19 ± 0.22 cdB	1509.11 ± 0.16 fC	1508.32 ± 0.70 cdBC
T5	1505.23 ± 0.23 efA	1507.73 ± 0.92 cdB	1508.33 ± 0.70 defB	1510.22 ± 0.19 fgC
T6	1507.01 ± 0.38 gA	1508.77 ± 0.14 dA	1509.41 ± 0.12 fB	1512.82 ± 0.72 hC
T7	1502.24 ± 0.17 bA	1506.49 ± 0.87 bcB	1506.41 ± 0.50 bcB	1506.11 ± 0.10 aB
T8	1504.23 ± 0.28 dA	1506.60 ± 0.39 bcB	1507.46 ± 0.67 cdeB	1509.38 ± 0.55 efC
T9	1505.90 ± 0.97 fA	1508.15 ± 0.25 cdB	1509.66 ± 0.90 fB	1510.30 ± 0.24 fgC

* Lowercase letters in each column indicate a significant difference of $p < 0.05$ and uppercase letters in each row indicate a significant difference of $p < 0.05$.

* T0 blank sample, T1 Yogurt with 25% soy milk, T2 yogurt with 50% soy milk, T3 yogurt with 75% soy milk, T4 yogurt with 25% barely milk, T5 yogurt with 50% barely milk, T6 yogurt with 75% barely milk, T7 yogurt with 25% almond milk, T8 yogurt with 50% almond milk, T9 yogurt with 75% almond milk

۳-۵- آب‌اندازی (سینرسیس) ماست

مطابق با جدول ٦ آب‌اندازی نمونه‌ها در طی زمان روندی صعودی را طی نموده است به‌طوری‌که بعد از ۳ هفته نگهداری نمونه ماست پروبیوتیکی حاوی ۷۵ درصد شیر جو و ۲۵ درصد شیر (T6) و نمونه ماست ماست پروبیوتیکی بدون شیر سویا، جو و بادام (T0) به ترتیب پایین‌ترین و بالاترین آب‌اندازی را نشان دادند. زمان نگهداری نمونه‌های ماست پروبیوتیکی نیز روی تغییرات آب‌اندازی نمونه‌های ماست معنی‌دار شد ($p<۰/۰۵$) و با گذشت ۲۱ روز از تهیه نمونه‌ها، آب‌اندازی افزایش قابل توجهی را نشان داده است.

افزودن شیر سویا، جو و بادام در غلظت‌های مختلف به طور جداگانه سبب کاهش آب‌اندازی در تیمارهای ماست پروبیوتیکی نسبت به تیمار کنترل شد. علت این امر ایجاد اتصالات مستحکم بین ترکیبات اضافه (شیر سویا، جو و بادام) و شبکه‌ی ژلی ماست می‌باشد[۳۰]. در تحقیقات مشابه، محققان نشان دادند که استفاده از ترکیبات افزودنی نظیر ترکیبات مطالعه حاضر، ظرفیت پیوند با آب را در دلمه ماست داده و موجب کاهش آب‌اندازی در ماست می‌شود[۳۱]. در همین زمینه، تحقیقات نشان داده است که افزایش دناتوراسیون پروتئین‌های آب پنیر باعث بهبود ظرفیت نگهداری آب و درنتیجه کاهش آب‌اندازی می‌گردد[۳۲]. همچنین مشخص شده است که دناتوراسیون بتالاکتوگلوبولین و برهمکنش آن با میسل‌های کازئین بر خواص ژل در شیرهای تخمیری بسیار مؤثر است[۳۳].

آب اندازی تمامی تیمارهای تولیدی نسبت به نمونه شاهد در تحقیق حاضر با گذشت زمان، به طور معناداری کمتر بود. این امر به علت تشکیل شبکه ژلی و جذب آب سریع توسط شیر سویا، جو و بادام موجود می‌باشد،که با اتصال بین مولکول‌های پروتئینی موجود در شیر در طول زمان باعث کاهش آب‌اندازی و افزایش نگهداری آب در ماست می‌شود. همچنین شیر سویا، جو و بادام نیز با کمک به تشکیل ژل سبب کاهش آب اندازی می‌شود [۳۳].

Table 6 The effect of different concentrations of soy, barley and almond milk on changes in the percent of syneresis of probiotic bacteria of yogurt during storage time

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-06-29]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.162.90]

Yogurt sample	day			
	0	7	14	21
T0	62.73 ± 0.46 aA	62.04 ± 0.43 cA	69.19 ± 0.91 dB	78.07 ± 0.79 eC
T1	61.38 ± 0.11 aA	61.61 ± 0.20 abcA	66.19 ± 0.05 bcB	74.36 ± 0.37 dB
T2	61.20 ± 0.08 aA	61.49 ± 0.24 abB	65.95 ± 0.10 abcC	72.87 ± 0.70 cD
T3	60.18 ± 0.05 aA	61.68 ± 0.20 abcB	65.06 ± 0.06 abC	71.15 ± 0.06 bD
T4	61.17 ± 0.06 aA	61.61 ± 0.31 abcA	65.96 ± 0.23 abC	73.15 ± 0.25 cC
T5	61.24 ± 0.00 aA	61.68 ± 0.21 abcA	65.66 ± 0.35 abB	71.84 ± 0.72 bC
T6	59.48 ± 0.37 aA	61.30 ± 0.05 aB	64.97 ± 0.85 aC	69.47 ± 0.35 aD
T7	61.60 ± 0.14 aA	61.80 ± 0.05 abC	70.05 ± 0.14 dB	74.61 ± 0.19 dC
T8	61.66 ± 0.23 aA	61.75 ± 0.26 abcA	66.87 ± 0.08 cB	72.83 ± 0.32 cC
T9	61.47 ± 0.24 aA	61.55 ± 0.16 abA	65.81 ± 0.72 abcB	71.53 ± 0.79 bC

* Lowercase letters in each column indicate a significant difference of $p < 0.05$ and uppercase letters in each row indicate a significant difference of $p < 0.05$.

* T0 blank sample, T1 Yogurt with 25% soy milk, T2 yogurt with 50% soy milk, T3 yogurt with 75% soy milk, T4 yogurt with 25% barely milk, T5 yogurt with 50% barely milk, T6 yogurt with 75% barely milk, T7 yogurt with 25% almond milk, T8 yogurt with 50% almond milk, T9 yogurt with 75% almond milk

۳-٦- ویژگی‌های حسی ماست

اثر غلظت‌های مختلف شیر سویا، جو و بادام روی تغییرات شاخص های حسی (عطر، طعم، رنگ و پذیرش کلی) نمونه‌های ماست معنی‌دار نشد ($p>۰/۰۵$). در این پژوهش نمونه ماست های حاوی غلظت‌های مختلف شیر سویا، جو و بادام در مقایسه با نمونه ماست شاهد از لحاظ رنگ، طعم و عطر برابری و حتی در برخی موارد بالاتر از لحاظ امتیاز بودند(جدول ۷). نمونه ماست (ماست پروبیوتیکی حاوی ۷۵ درصد شیر سویا و ۲۵ درصد شیر) از لحاظ عطر ، نمونه ماست T8 (ماست پروبیوتیکی حاوی ۵۰ درصد شیر بادام و ۵۰ درصد شیر) از لحاظ رنگ و نمونه ماست T4 (ماست پروبیوتیکی حاوی ۲۵ درصد شیر جو و ۷۵ درصد شیر) از لحاظ طعم کمترین امتیازهای حسی را به خود اختصاص دادند. در نهایت از لحاظ پذیرش کلی هیچ تفاوت معنی داری بین نمونه ماست های حاوی غلظت‌های مختلف شیر سویا، جو و بادام با نمونه ماست شاهد نبود.

ارزیابی حسی محصولات پروبیوتیک همواره یکی از مهم‌ترین آزمون‌های مورد بررسی می‌باشد، لذا در این مطالعه ماست پروبیوتیکی تولیدی از لحاظ عطر، رنگ، طعم و پذیرش کلی از نظر داوران مورد آزمون قرار گرفت، نتایج حاکی از آن بود که نمونه‌های ماست پروبیوتیکی تهیه شده با شیر سویا، جو و بادام مورد پذیرش و مقبولیت توسط داروان از لحاظ ویژگی حسی مورد بررسی قرار گرفته است. در پژوهشی Shoria و همکاران (۲۰۲۲) زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ماست مبتنی بر شیره بادام هندی تخمیر شده با سویه‌های پروبیوتیکی لاکتوباسیلوس را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها گزارش کردند که نمونه‌های تولیدی اختلاف معنی‌داری با نمونه شاهد نداشته است[٦].

Table 7 The effect of different concentrations of soy, barley and almond milk on changes in the percent of syneresis of probiotic bacteria of yogurt during storage time

Yogurt sample				
	color	taste	smell	Overall acceptance
T0	4.40 ± 0.51 e	4.40 ± 0.47 bc	4.00 ± 0.47 bc	4.20 ± 0.42 a
T1	4.00 ± 0.47 bcde	4.90 ± 0.31 e	4.00 ± 0.47 bc	4.40 ± 0.51 a
T2	3.44 ± 0.69 ab	4.66 ± 0.48 de	4.00 ± 0.81 bc	4.22 ± 0.42 a

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-06-29]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.162.90]

T3	3.60 ± 0.84 abc	4.60 ± 0.51 de	3.70 ± 0.67 a	4.10 ± 0.31 a
T4	4.30 ± 0.48 de	3.30 ± 0.82 a	4.60 ± 0.51 c	4.00 ± 0.66 a
T5	4.10 ± 0.56 cde	4.50 ± 0.70 de	4.40 ± 0.51 c	4.20 ± 0.42 a
T6	4.10 ± 0.56 cde	3.60 ± 0.69 bc	4.20 ± 0.63 bc	4.50 ± 0.70 a
T7	3.80 ± 0.63 abcd	4.30 ± 0.48 de	4.10 ± 0.31 bc	4.50 ± 0.52 a
T8	3.30 ± 0.48 a	4.10 ± 0.56 cd	4.20 ± 0.32 bc	4.00 ± 0.47 a
T9	3.80 ± 0.63 abcd	3.90 ± 0.31 cd	4.60 ± 0.16 c	4.30 ± 0.48 a

* Lowercase letters in each column indicate a significant difference of $p < 0.05$

* T0 blank sample, T1 Yogurt with 25% soy milk, T2 yogurt with 50% soy milk, T3 yogurt with 75% soy milk, T4 yogurt with 25% barely milk, T5 yogurt with 50% barely milk, T6 yogurt with 75% barely milk, T7 yogurt with 25% almond milk, T8 yogurt with 50% almond milk, T9 yogurt with 75% almond milk

٤- نتیجه گیری

از آن‌جا که لبنیات حاوی مواد سودمند مانند مواد معدنی، آنتی‌اکسیدان‌ها، فیبرهای رژیمی و ویتامین‌ها هستند، می‌توانند محیط مناسبی برای تولید لبنیات پروبیوتیکی به شمار آیند. با این وجود قابلیت بقای پروبیوتیک‌ها در مواد غذایی بر پایه لبنیات به دلایلی نظیر وجود ترکیبات ضدمیکروبی و ترکیبات مغذی مورد نیاز رشد آن‌ها، محیط مناسبی می‌باشد. در این مطالعه ترکیباتی نظر شیر سویا، جو و بادام به ماست فراسودمند اضافه شد و سبب بهبود خواص فیزیکیوشیمیایی و حسی ماست گردید.

غنی‌سازی ماست پروبیوتیکی با شیر جو، بادام و سویا در غلظت‌های مختلف و همچنین مدت زمان نگهداری بر شاخص زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها اثر گذار است. نتایج نشان دادند با افزایش غلظت شیر سویا، جو و بادام باعث افزایش زنده مانی باکتری های پروبیوتیک شد و با گذشت زمان این روند افزایشی ادامه داشت. با افزایش غلظت شیر سویا، جو و بادام، کاهش pH و افزایش اسیدیته به طور معنی داری مشاهده شد. شاخص بریکس در نمونه های ماست با افزایش زمان کاهش یافت. این روند کاهشی در نمونه ماست های حاوی غلظت های شیر سویا، جو و بادام کمتر بود. همچنین مدت زمان نگهداری بر شاخص ویسکوزیته ماست اثر گذار بود. با افزودن غلظت های مختلف شیر سویا، جو و بادام باعث افزایش ویسکوزیته شد. از طرفی روند آب اندازی در نمونه های غنی شده با شیر جو، بادام و سویا کاهش معنی داری داشت. البته در طی مدت زمان ماندگاری در تمام ماست ها آب اندازی مشاهده شد. نتایج مقبولیت حسی برای تمام نمونه ها یکسان بود. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد افزودن ترکیباتی نظیر شیر سویا، جو و بادام می تواند سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی در ماست پروبیوتیک شود. در این تحقیق نمونه حاوی شیر جو T6 (ماست پروبیوتیکی حاوی ۷۵ درصد شیر جو و ۲۵ درصد شیر)، از لحاظ تمام پارامترها از کیفیت بهتری برخوردار بود.

٥-تشکر و قدردانی

تحقیق حاضر، پایان نامه دانشجوی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد فسا بوده که در آزمایشگاه شرکت فراورده های لبنی رامک انجام شد.

٦- منابع

[1] Dawood, M. A., Koshio, S., Abdel-Daim, M. M., and Van Doan, H. 2019. Probiotic application for sustainable aquaculture. Reviews in Aquaculture, 11(3), 907-924.
[2] Azad, A. K., Sarker, M., Li, T., and Yin, J. 2018. Probiotic species in the modulation of gut microbiota: An overview. BioMed Research International, 11(2), 25-45.
[3] Watson, R. R., and Preedy, V. R. (Eds.). 2015. Probiotics, prebiotics, and synbiotics: bioactive foods in health promotion. Academic Press.
[4] Zhang, T., Jeong, C. H., Cheng, W. N., Bae, H., Seo, H. G., Petriello, M. C., & Han, S. G. 2019. Moringa extract enhances the fermentative, textural, and bioactive properties of yogurt. LWT, 101, 276-284.
[5] Cui, L., Changb, S. K. C., and Nannapaneni, R. 2021. Comparative studies on the effect of probiotic additions on the physicochemical and microbiological properties of yoghurt made from soymilk and cow's milk during

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-06-29]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.162.90]

refrigeration storage (R2). Food Control, 119(1), 107474.
[6] Shoria, A. B., Aljohani, G. S., Al-zahrani, A. J., Al-sulbi, O. S., & Baba, A. S. 2022. Viability of probiotics and antioxidant activity of cashew milk-based yogurt fermented with selected strains of probiotic *Lactobacillus spp*. LWT, 153(1), 112482.
[7] Chatinyan, N. R., Karakhanyan, M. G., & Dallakyan, N. S. (2023). The Use of Milk and Flour Made from Almonds in the Production of Lactic Foods. AgriScience and Technology, 2(82).
[8] Alozie Yetunde, E., and Udofia, U. S. 2015. Nutritional and sensory properties of almond (*Prunus amygdalu Var. Dulcis*) seed milk. World Journal of Dairy & Food Sciences, 10(2), 117-121.
[9] Hadidi, F., Ganjloo, A., and Fakoor, M. H. 2022. Optimization of Non-dairy Dessert Formulation based on Almond Milk Containing Tragacanth Gum and Stevia Sweetener. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 1(1), 25-40.
[10] Nematollahia, A., Sohrabvandib, S., Mortazavian, A. M., and Jazaeri, S. 2016. Viability of probiotic bacteria and some chemical and sensory characteristics in cornelian cherry juice during cold storage. Electronic Journal of Biotechnology, 21(1), 49-53.
[11] AOAC. 1995. Official Method of Analysis, 15th edn. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
[12] Salimian, S., Khosroshahi, A., and Zomorrodi, S. 2016. The Effect of Type and amount of three different stabilizers on stability, rheological and sensory properties of chocolate milks. Journal of Food Research 22(2), 165-173.
[13] Tamime, A. Y., Barrantes, E., and Sword, A. M. 1996. The effects of starch based fat substitutes on the microstructure of set-style yogurt made from reconstituted skimmed milk powder. Journal of the Society of Dairy Technology, 49, 1–10
[14] Meybodi, N. M., Mortazavian, A., and Arab, M. 2020. Probiotic viability in yoghurt: A review of influential factors. International Dairy Journal, 109(1), 104793.
[15] Sadaghdar, Y., Mortazavian, A. M., and Ehsani, M. R. 2012. Survival and activity of 5 probiotic *lactobacilli* strains in 2 types of flavored fermented milk. Food Science and Biotechnology, 21, 151-157.
[16] Pereira, A. L. F., Almeida, F. D. L., Jesus, A. L. T. da Costa, J. M. C., and Rodrigues, S. 2013. Storage stability and acceptance of probiotic beverage from cashew apple juice. Food and Bioprocess Technology, 6(11), 3155-3165.
[17] Parks, H. S., Reinbold, G. W., Hammond, E. G., and Clark, W. J. 1967. Growth of propionibacteria at low temperatures. Journal Dairy Science, 50(4), 589-591.
[18] Lind, H., Jonsson, H., and Schnurer, J. 2005. Antifungal effect of dairy propionibacteria-contribution of organic acids. International Journal Food Microbiology, 98(1), 157- 165.
[19] Prasanna, P. H. P. and Charalampopoulos, D. 2020. Encapsulation in an alginate-goats' milk-inulin matrix improves survival of probiotic bifidobacterium in simulated gastrointestinal conditions and goats' milk yoghurt. International Journal of Dairy Technology, 72(1), 132-141.
[20] Afzaal, M., Saeed, F., Hussain, M., Ismail, Z., and Azhari Siddeeg, A. 2022. Influence of encapsulation on the survival of probiotics in food matrix under simulated stress conditions. Saudi Journal of Biological Sciences, 29(9), 103394.
[21] Sohrabvandi, S., Malganji, S., Eivani, M. J., & Khosravi-Darani, K. (2013). Viability of Lactobacillus acidophilus and Bifidobacterium lactis in Ma-al-shaeer during refrigerated storage. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 7(5), 87-94.
[22] Sarkar, S. 2019. Potentiality of probiotic yoghurt as a functional food - a review. Nutrition & Food Science, 41(1), 0034-6659.
[23] Lollo, P. C. B., Mour, C. S., Neder, P., Gomes, M. A., Freitas, C. W. d., Baú, C. C., . . . Amaya-Farfan, J. 2013. Probiotic yogurt offers higher immune-protection than probiotic whey beverage. Food Research International, 54(1), 118-124.
[24] Lupien-Meilleura, J., Roya, D., and Lagacéb, L. 2016. Viability of probiotic bacteria in a maple sap beverage during refrigerated storage. LWT - Food Science and Technology, 74(10), 160-167.
[25] Shah, N. P., Ding, W. K., Fallourd, M. J., and Leyer, G. 2010. Improving the stability of probiotic bacteria in model fruit juices using vitamins and antioxidants. Journal of Food Science, 75(2), 278-282.
[26] Huang, M. B. T., Wang, S. G. Y., Lai-Yu, J. W., Dan, K. T., and Bilige, H. Z. M. 2020. Probiotic Lactobacillus casei Zhang improved the properties of stirred yogurt. Food Bioscience, 37(1), 100718.
[27] Fan, X., Li, X., Du, L., Li, J., Xu, J., Shi, Z., . . . Zeng, X. 2022. The effect of natural plant-based homogenates as additives on the

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-06-29]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.162.90]

quality of yogurt: A review. Food Bioscience, 49(1), 101953.
[28] Rashidi, H., Moatamedshariaty, P. 1 , Ghodsrohany, M. 1 , Hakimzadeh, V. 2022. The use of soy milk in the production of functional Kashk powder and determining its characteristics. Iranian Journal of Food Science and Technology, 122(19), 211-222.
[29] Cheng, J., Xie, S., Yin, Y., Feng, X., Wang, S., Guo, M., ... 2017. Physiochemical, texture properties, and the microstructure of set yogurt using whey protein-sodium tripolyphosphate aggregates as thickening agents. Journal of the Sciences of Food and Agriculture, 97(9), 2819- 2825.
[30] Wang, W. B., Bao, Y. H., Gregory, M. H., & Guo, M. R. 2012. Consistency, microstructure and probiotic survivability of goat's milk yoghurt using polymerized whey protein as a cothichkening agent. International Dairy Journal, 24(2), 113-119.
[31] Gonzalez-Matinez, C., M Becerra M, Chafer, M., Albors, A., and Carot, J. M. 2012. Influence of substituting milk powder for whey powder on yogurt quality. Trends in Food Science and Technolog, 13(10), 334-340.
[32] Mabrouk, A., and Effat, B. 2020. Production of high nutritional set yoghurt fortified with quinoa flour and probiotics. International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnolog, 5(6), 2456-1878.
[33] Li, H., Zhang, T., Li, C., Zheng, S., Li, H., & Yu, J. 2020. Development of a microencapsulated synbiotic product and its application in yoghurt. LWT, 122(1), 109033.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-06-29]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.162.90]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Investigating the effect of adding soy, barley and almond milk on the physicochemical and sensory properties of probiotic yogurt

Yasaman Jowkar[1] and Zahra Erjaee[2*]

1-Graduate Student, Department of Food Science and Technology, Fasa Branch, Islamic Azad University, Fasa,Iran
2-Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Fasa Branch, Islamic Azad University, Fasa, Iran

ARTICLE INFO

Article History:

Received:2024/2/15

Accepted:2024/7/17

Keywords:

probiotic yogurt,
soy milk,
barley milk,
almond milk

DOI: 10.22034/FSCT.22.162.90.

*Corresponding Author E-

zerjaee@yahoo.com

ABSTRACT

Probiotics are beneficial bacteria that can be added to foods, especially dairy products, and produce their own health effects in the body. In this study, yogurt was prepared with a combination of soy, barley and almonds milk in three concentrations (75:25, 50:50, 25:75 ratio of milk/soy milk, barley and almond) and incubated with 10^8 cfu/ml of two probiotic bacteria *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus plantarm* and studied for 21 days. Yogurt samples were tested for probiotic viability, pH, acidity, brix, viscosity, syneresis, and sensory evaluation on 0, 7, 14, and 21 days after production. The results showed that the probiotic bacteria initially increased and then decreased during storage. Yogurt samples containing soy, almond and barley milk had a smaller decrease in the number of probiotic bacteria and at the end of 21 days, they showed an acceptable level of bacterial viability. The trend of decreasing pH and acid production by these bacteria was observed in yogurts over time, and this trend was more in samples containing. Syneresis in all samples increased during time but sample containing soy milk, barley and oats milk had less syneresis. The percentage of soluble solids of all samples showed a decreasing trend during storage, but this trend was slower in the samples of yogurts containing soy, barley and almond milk. The viscosity of the produced products showed an upward trend during the storage time, and the samples containing soy, barley and almond milk had a higher viscosity. Overall acceptability in all our samples was not significantly different from the control sample. Finally, yogurt containing 25% milk and 75% barley milk had better quality than other treatments in terms of physicochemical characteristics.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-06-29]

[DOI: 10.22034/FSCT.22.162.90]