



تأثیر افزودن سویه های پروبیوتیک و ترکیبات پری بیوتیک روی ویژگی های فیزیکوشیمیایی، میکروبی

و حسی ماست سین بیوتیک گاومیش

علی سبزیچی اسفهلان<sup>۱</sup>، جواد حصاری<sup>۱\*</sup>، سیدهادی پیغمبردوست<sup>۱</sup>

۱-گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>تاریخ های مقاله :</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۲۶</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۰۳</p>	<p>ماست سین بیوتیک یکی از مهم ترین مواد غذایی حاصل از ترکیب پروبیوتیکی و پری بیوتیکی است که ماده پری بیوتیک موجود در آن باعث افزایش زنده ماندن باکتری های پروبیوتیک می شود. هدف از این مطالعه توسعه غذاهای لبنی عملگرا در قالب ماست گاومیش سین بیوتیک، بررسی تأثیر پری بیوتیکی اینولین و فروکتوالیگوساکارید در هر کدام در سه سطح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد بر زنده ماندن باکتری های لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس و بیفیدوباکتریوم بیفیدوم و نیز خواص فیزیکوشیمیایی و حسی ماست گاومیش بود. ویژگی های فیزیکوشیمیایی (pH، اسیدیته، ماده خشک، چربی، پروتئین، ویسکوزیته، آب اندازی) و ارزیابی حسی (طعم و بافت) طی ۲۱ روز نگهداری و میزان زنده ماندن لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس و بیفیدوباکتریوم بیفیدوم طی ۲۱ روز بررسی شد. نتایج حاصل از آنالیز آماری نشان داد، با افزایش سطح فروکتوالیگوساکارید در مقایسه با نمونه حاوی اینولین و شاهد، میزان pH کاهش و میزان اسیدیته، ماده خشک، آب اندازی و ویسکوزیته افزایش بیشتری یافتند. همچنین مقدار چربی و پروتئین در طی ۲۱ روز ماندگاری تفاوت معنی داری نداشتند (<math>p &gt; 0.05</math>). از لحاظ ارزیابی حسی، نمونه ماست گاومیش سین بیوتیک حاوی درصد بالای فروکتوالیگوساکارید و اینولین نسبت به شاهد بهتر ارزیابی شدند. همچنین در طی ۲۱ روز ماندگاری میزان زنده ماندن باکتری های پروبیوتیک لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس (<math>8 \log \text{ cfu/ml}</math>) نسبت به بیفیدوباکتریوم بیفیدوم (<math>7 \log \text{ cfu/ml}</math>) بهتر بود. بنابراین، استفاده از فروکتوالیگوساکارید و اینولین برای تولید ماست گاومیش سین بیوتیک با ویژگی های فراسودمند توصیه می شود.</p>
<p>کلمات کلیدی:</p> <p>ماست گاومیش، فروکتوالیگوساکارید، اینولین، پروبیوتیک و سین بیوتیک.</p> <p>DOI: 10.22034/FSCT.19.133.237 DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.133.20.5</p> <p>* مسئول مکاتبات: <a href="mailto:jhesari@tabrizu.ac.ir">jhesari@tabrizu.ac.ir</a></p>	

## ۱- مقدمه

اسید معده و نمک‌های صفرای و قابلیت جایگزینی در روده را دارند. مصرف مداوم این باکتری‌ها بر ایفای نقش‌های مفید درمانی آنها مؤثر است [۷]. دریافت روزانه  $10^8$  تا  $10^9$  باکتری زنده، به عنوان حداقل تعداد قابل قبول مطرح شده است. بنابراین، مصرف روزانه ۱۰۰ گرم محصول پروبیوتیک دارای  $10^8$  تا  $5 \times 10^8$  باکتری‌های زنده در هر گرم فرآورده می‌تواند حد بهینه مورد نظر را تامین کند [۸ و ۹].

پری‌بیوتیک‌ها ترکیبات ویژه‌ای هستند که بوسیله میزبان هضم نمی‌شوند اما از طریق تحریک انتخابی، رشد و یا فعال نمودن یک یا تعداد محدودی از باکتری‌ها در دستگاه گوارش که عمدتاً تولید کننده اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه اند، اثرات مثبت بر روی میزبان دارند [۱۰]. اینولین، فروکتوالیگوساکارید و پلی‌دکستروز ترکیبات غذایی پری‌بیوتیکی‌اند که در گیاهان خوراکی متعددی وجود دارند. آنها پلی و الیگوساکاریدهای غیر قابل هضم و به‌عنوان فیبر رژیمی طبقه‌بندی شده‌اند [۱۱]. امروزه به محصولاتی که دارای خواص پروبیوتیکی (باکتری‌های سودمند) و پری‌بیوتیکی (غذای پروبیوتیک‌ها) باشند، سین‌بیوتیک گفته می‌شود [۱۲]. تاکنون مطالعات کمتری در ارتباط با تولید ماست گاومیش سین‌بیوتیک صورت گرفته است. لذا در این پژوهش تولید ماست گاومیش سین‌بیوتیک با افزودن اینولین و فروکتوالیگوساکارید به همراه باکتری‌های پروبیوتیک (لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس<sup>۱</sup> و بیفیدوباکتریوم بیفیدوم<sup>۲</sup>) و بررسی خصوصیات سین‌بیوتیکی آن در طی دوره نگهداری می‌باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، فروکتوالیگوساکارید و اینولین از شرکت *Actilighti*، فرانسه خریداری شدند. کشت استارترهای حاوی باکتری تک سویه پروبیوتیک لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس و بیفیدوباکتریوم بیفیدوم به صورت خشک شده انجام دادی، نوع *DVS*، از شرکت کریستین هانسن (*Chr-Hansen*) دانمارک و همچنین کلیه مواد شیمیایی برای انجام آزمون‌های لازم از شرکت مرک و سیگما تهیه شدند.

### ۲-۱- تولید و آماده‌سازی ماست سین‌بیوتیک

در تولید ماست، از شیر خام گاومیش با پارامترهای آزمایشگاهی

ماست یکی از محبوب‌ترین محصول تخمیری لبنی است که به عنوان مهم‌ترین محصول تجاری پروبیوتیک در دنیا تولید و به بازار عرضه می‌شود. مطالعات مختلفی برای توسعه فرمولاسیون‌های جدید و افزایش خواص عملکردی ماست انجام شده است. ماست تهیه شده از شیر گاومیش، به عنوان یکی از باکیفیت و مقوی‌ترین محصول لبنی است که حضور آن در سبب غذایی می‌تواند به افزایش سلامت جامعه کمک کند. شیر گاومیش حاوی اسیدهای چرب بوتیریک، پالمیک، استاریک بیشتری نسبت به اسیدهای چرب کاپروئیک، کاپریلیک، کاپریک و لوریک است. چربی شیر گاومیش بدون بتاکاروتن، بی‌رنگ و مقدار ویتامین A آن بیشتر از شیر گاو است [۱]. پروبیوتیک‌ها و ترکیبات پری‌بیوتیک مختلف، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند اسیدهای چرب امگا ۳، ویتامین‌ها، مواد معدنی، پلی‌فنول‌ها و کاروتنوئیدها، فیبرهای غذایی و ترکیبات مختلف زیست فعال به طور گسترده برای بهبود خواص تغذیه‌ای و عملکردی ماست استفاده می‌شوند. پروبیوتیک‌ها، میکروارگانیسم‌های زنده و مشخصی هستند که در صورت مصرف در انسان یا حیوان، بر روی فلور میکروبی بدن میزبان اثرات مفیدی می‌گذارد. اکثر پروبیوتیک‌ها متعلق به گروه بزرگی از باکتری‌های اصلی فلور میکروبی روده انسان بوده و در آنجا زندگی هم سفرگی بی‌ضرری دارند [۱ و ۲]. باور موجود در مورد اثرات مفید پروبیوتیک‌ها، بر پایه این واقعیت قرار دارد که فلور میکروبی روده نقش محافظت کننده‌ای در برابر بیماری‌های مختلف از خود نشان می‌دهد، اثر اصلی پروبیوتیک‌ها با تثبیت فلور میکروبی روده مشخص می‌شود [۳ و ۴]. مشاهده شده است که مصرف دائم پروبیوتیک‌ها در کاهش میزان بروز بیماری‌های مختلف موثر است که این تأثیر در جمعیت‌های دارای خطر بالا (مانند کودکان بستری در بیمارستان، کودکانی که شیر مادر مصرف نمی‌کنند یا در شرایط محروم به سر می‌برند) بارزتر است [۵]. فرآورده‌های پروبیوتیکی در بازار تجاری به اشکال قرص، کپسول، پودر، ماست، شیر و پنیر غنی شده به فروش می‌رسند. اغلب پروبیوتیک‌هایی که تاکنون مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، ایمن گزارش شده‌اند و هیچ گونه عارضه جانبی آشکاری از خود نشان نداده‌اند [۶].

باکتری‌های پروبیوتیک (استارترهای درمانی) توانایی تحمل

1. *Lactobacillus acidophilus*  
2. *Bifidobacterium*

بوهلین، ویسکو ۸۸، بریتانیا) مجهز به یک سیرکولاتور حرارتی (جولابو مدل 12MC-F آلمان) انجام شد. حجم مناسبی از نمونه‌ی آماده شده به درون مخزن (باب و کاب) منتقل شده و در تماس با استوانه داخلی و سیرکولاتور حرارتی قرار گرفت. پس از رسیدن به دمای مورد نظر دامنه مشخصی از سرعت برشی که در مقیاس لگاریتمی افزایش یافت، اعمال گردید. اثر درجه‌بندی بر رفتار رئولوژیکی نمونه‌ها در دامنه برش ۱۴ تا ۴۰۰ بر ثانیه مورد بررسی قرار گرفت [۱۵].

#### ۲-۲-۵- تعیین شمارش جمعیت پروبیوتیک

تعداد سلول‌های زنده لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و بیفیدوباکتریوم در ماست سین‌بیوتیک تولیدی بعد از ۲۱ روز تولید شمارش شد. برای تهیه سری رقت جهت کشت باکتری‌ها از نرمال سیلین استریل استفاده شد. پس از همگن نمودن نمونه‌های ماست ۱ میلی‌لیتر از نمونه به ۹ میلی‌لیتر نرمال سیلین استریل اضافه و با تکان دادن کاملاً همگن شد. پس از آن رقت‌های بعدی تهیه گردید. مقدار ۱ میلی‌لیتر از رقت‌های مورد نظر به صورت پورپلیت کشت داده شد. شمارش لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس (مرک، آلمان) با کشت در محیط Agar-MRS همراه با ۱۰ میلی‌گرم در لیتر سیپروفلوکساسین و ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر کلاندومایسین و شمارش بیفیدوباکتریوم با استفاده از محیط کشت- Agar MRS همراه با ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آنتی‌بیوتیک موپروسین و ۵ میلی‌لیتر در لیتر سیستمین هیدروکلراید ۱٪ انجام شد [۱۶].

#### ۲-۲-۶- ارزیابی حسی

ویژگی حسی (طعم، بافت) توسط ۱۰ نفر پنلیست آموزش دیده مطابق با استاندارد ملی شماره ۲۸۵۲ انجام شد (۲۸۵۲، ۲۰۰۶). ارزیابی حسی بر اساس روش رتبه‌بندی انجام شد، برای هر یک از متغیرهای بافت و طعم امتیاز ۱ تا ۵ (خیلی بد=۱، بد=۲، متوسط=۳، خوب=۴، خیلی خوب=۵) در نظر گرفته شد [۱۷].

#### ۲-۳- تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق از طرح خردشده در زمان در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و ۴ تیمار استفاده شد و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چندمرحله‌ای دانکن توسط نرم افزار SAS 9.1 و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel 2013 صورت گرفت.

نظیر پروتئین (۴/۶ درصد)، چربی (۷/۵ درصد)، خاکستر (۰/۹۱ درصد)، لاکتوز (۴/۵)، ماده خشک (۱۶/۵ درصد) و pH (۶/۷۸) استفاده شد. شیر موجود تا دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد گرم، مواد پری‌بیوتیکی فروکتوالیگوساکارید و اینولین در نسبت‌های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد اضافه و در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد محتویات داخل ظرف توسط هموژن آزمایشگاهی همگن و در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه پاستوریزه شد. در ادامه پس از پاستوریزاسیون، دمای شیر تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد خنک و مقدار استارتر پروبیوتیکی (حاوی باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و بیفیدوباکتریوم بیفیدوم) طبق دستور شرکت سازنده به آن افزوده شد (۲۵ گرم برای ۱۰۰ کیلوگرم شیر) و در لیوان‌های پلاستیکی استریل پر و درب‌بندی شدند. انکوباسیون در دمای ۳۸ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن pH به ۴/۶ ادامه داشت و بعد از آن ماست‌ها تا دمای زیر ۲۰ درجه سانتی‌گراد خنک، سپس در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد برای انجام آزمون‌های لازم در روزهای ۱، ۱۴ و ۲۱ نگهداری شدند [۱۳].

#### ۲-۲-۲- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

##### ۲-۲-۲-۱- اندازه‌گیری اسیدیته و pH

اندازه‌گیری اسیدیته و pH نمونه‌های ماست مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲ اندازه‌گیری شدند (Isiri 2852.2006).

##### ۲-۲-۲-۲- اندازه‌گیری ماده خشک

اندازه‌گیری ماده‌خشک نمونه‌های ماست مطابق مطابق روش میثاقی و همکاران (۱۳۹۵) صورت گرفت [۱۴].

##### ۲-۲-۲-۳- اندازه‌گیری درصد آب‌اندازی (سینرسیس)

جهت اندازه‌گیری میزان آب‌اندازی، ابتدا ۲۵ گرم نمونه ماست، در لوله‌های سانتریفیوژ وزن شد. سپس در سانتریفیوژ (مدل TC، شرکت شیماتزو) با دور ۴۰۰g به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۰ درجه سلسیوس سانتریفیوژ شد. مایع جدا شده از نمونه‌ها که در قسمت بالای لوله جمع شد خارج گردیده و لوله‌ها دوباره وزن شدند. مقدار آب‌اندازی به صورت آب از دست رفته در ۱۰۰ گرم ماست گزارش شد (استاندارد ملی ایران ۲۸۵۲).

##### ۲-۲-۲-۴- تعیین ویسکوزیته برحسب سانتی پواز

اندازه‌گیری ویسکوزیته با استفاده از ویسکومتر دورانی (مدل

## ۳- نتایج و بحث

## ۳-۱- اندازه گیری اسیدیته و pH

می باشد. بالاترین میزان اسیدیته طی دوره نگهداری مربوط به تیمار B<sub>6</sub> (ماست گاو میش حاوی فروکتوالیگوساکارید ۱/۵ درصد) می باشد. با افزایش درصد فروکتوالیگوساکارید و اینولین از ۰/۵ تا ۱/۵ درصد، میزان اسیدیته (اثر تحریکی در فعالیت پروبیوتیکی) افزایش یافت.

نتایج حاصل از آنالیز آماری در جدول ۱ و ۲ میزان تغییرات pH و اسیدیته نمونه های ماست گاو میش را در طی مدت زمان ماندگاری معنی دار ( $p < 0.05$ ) نشان داد که این تغییرات مربوط به تولید اسید لاکتیک توسط باکتری های لاکتیکی

**Table 1** Acidity (based on Dornic degree) changes of yogurts produced by different prebiotics during storage

Treatments/Days	First day	14 <sup>th</sup> day	21 <sup>th</sup> day
A (Control)	80.02±0.01 <sup>a</sup>	84.22±0.02 <sup>d</sup>	96.22±0.05 <sup>n</sup>
B (L. Acidophilus)	80.02±0.01 <sup>a</sup>	87.02±0.05 <sup>f</sup>	94.12±0.05 <sup>m</sup>
C (B. Bifidum)	77.02±0.01 <sup>a</sup>	78.54±0.01 <sup>i</sup>	85.44±0.01 <sup>e</sup>
B1 (L. Acidophilus + Inulin (0.5%))	80.02±0.01 <sup>b</sup>	89.22±0.02 <sup>j</sup>	92.44±0.01 <sup>l</sup>
B2 (L. Acidophilus + Inulin (1%))	80.02±0.01 <sup>a</sup>	89.30±0.01 <sup>i</sup>	92.45±0.01 <sup>l</sup>
B3 (L. Acidophilus + Inulin (1.5%))	80.02±0.01 <sup>a</sup>	89.65±0.05 <sup>i</sup>	92.12±0.01 <sup>l</sup>
C1 (B. Bifidum+ Inulin (0.5%))	77.02±0.05 <sup>b</sup>	79.54±0.01 <sup>k</sup>	82.04±0.01 <sup>r</sup>
C2 (B. Bifidum+ Inulin (1%))	77.02±0.03 <sup>b</sup>	78.54±0.05 <sup>i</sup>	82.14±0.05 <sup>r</sup>
C3 (B. Bifidum + Inulin (1.5%))	77.02±0.05 <sup>b</sup>	76.54±0.03 <sup>k</sup>	82.54±0.05 <sup>r</sup>
B4 (L. Acidophilus + fructooligosaccharide (0.5%))	84.22±0.05 <sup>c</sup>	92.25±0.05 <sup>l</sup>	99.45±0.05 <sup>s</sup>
B5 (L. Acidophilus + fructooligosaccharide (1%))	85.52±0.03 <sup>d</sup>	94.27±0.05 <sup>m</sup>	100.42±0.05 <sup>t</sup>
B6 (L. Acidophilus + fructooligosaccharide (1.5%))	87.02±0.01 <sup>e</sup>	96.22±0.02 <sup>n</sup>	102.22±0.01 <sup>u</sup>
C4 (B. Bifidum+ fructooligosaccharide (0.5%))	77.02±0.05 <sup>f</sup>	80.54±0.03 <sup>o</sup>	88.54±0.01 <sup>v</sup>
C5 (B. Bifidum+ fructooligosaccharide (1%))	77.12±0.05 <sup>g</sup>	84.57±0.01 <sup>p</sup>	90.27±0.03 <sup>q</sup>
C6 (B. Bifidum+ fructooligosaccharide (1.5%))	78.22±0.01 <sup>h</sup>	90.55±0.03 <sup>q</sup>	94.05±0.03 <sup>m</sup>

\*Means followed by different lowercase letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

**Table 2** Comparison of pH changes of yogurts produced by different prebiotics during storage

Treatments/Days	First day	14 <sup>th</sup> day	21 <sup>th</sup> day
A (Control)	4.02±0.01 <sup>a</sup>	4.02±0.01 <sup>a</sup>	4.02±0.01 <sup>o</sup>
B (L. Acidophilus)	4.02±0.02 <sup>b</sup>	4.02±0.01 <sup>f</sup>	4.02±0.01 <sup>l</sup>
C (B. Bifidum)	4.12±0.03 <sup>c</sup>	4.12±0.03 <sup>d</sup>	4.12±0.02 <sup>k</sup>
B1 (L. Acidophilus + Inulin (0.5%))	4.02±0.02 <sup>b</sup>	4.02±0.02 <sup>a</sup>	4.02±0.02 <sup>f</sup>
B2 (L. Acidophilus + Inulin (1%))	4.02±0.02 <sup>b</sup>	4.02±0.02 <sup>a</sup>	4.02±0.02 <sup>f</sup>
B3 (L. Acidophilus + Inulin (1.5%))	4.02±0.02 <sup>b</sup>	4.02±0.02 <sup>a</sup>	4.02±0.02 <sup>f</sup>
C1 (B. Bifidum+ Inulin (0.5%))	4.12±0.01 <sup>c</sup>	4.12±0.01 <sup>d</sup>	4.12±0.03 <sup>a</sup>
C2 (B. Bifidum+ Inulin (1%))	4.12±0.01 <sup>c</sup>	4.12±0.01 <sup>d</sup>	4.12±0.01 <sup>a</sup>
C3 (B. Bifidum + Inulin (1.5%))	4.12±0.01 <sup>c</sup>	4.12±0.01 <sup>d</sup>	4.12±0.01 <sup>a</sup>
B4 (L. Acidophilus + fructooligosaccharide (0.5%))	4.02±0.02 <sup>d</sup>	4.02±0.02 <sup>a</sup>	4.02±0.02 <sup>k</sup>
B5 (L. Acidophilus + fructooligosaccharide (1%))	4.02±0.02 <sup>e</sup>	4.02±0.03 <sup>j</sup>	4.02±0.02 <sup>a</sup>
B6 (L. Acidophilus + fructooligosaccharide (1.5%))	4.02±0.02 <sup>f</sup>	4.02±0.02 <sup>k</sup>	4.02±0.02 <sup>p</sup>
C4 (B. Bifidum+ fructooligosaccharide (0.5%))	4.05±0.02 <sup>g</sup>	4.12±0.01 <sup>l</sup>	4.12±0.01 <sup>q</sup>
C5 (B. Bifidum+ fructooligosaccharide (1%))	4.05±0.02 <sup>h</sup>	4.12±0.01 <sup>m</sup>	4.12±0.03 <sup>r</sup>
C6 (B. Bifidum+ fructooligosaccharide (1.5%))	4.05±0.02 <sup>i</sup>	4.12±0.01 <sup>n</sup>	4.12±0.01 <sup>s</sup>

\*Means followed by different lowercase letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

شاین و همکاران (۲۰۰۰) بر ماست کم چرب حاوی سویه های بیفیدوباکتریوم (Bf-1 و Bf-6) با درصدهای مختلف ۰، ۰/۵، ۱، ۳ و ۵ فروکتوالیگوساکارید، گالاکتوالیگوساکارید و اینولین مطابقت داشت، نتایج حاصل نشان داد که بیشترین اسیدیته (کمترین pH) مربوط به نمونه های حاوی ۵ درصد پری بیوتیک بودند. همچنین عامل کاهش pH طی دوره

به طور کلی نمونه ماست حاوی فروکتوالیگوساکارید نسبت به شاهد و نمونه های حاوی اینولین ویژگی مطلوب تری داشتند. نتایج حاصل از افزودن میزان فروکتوالیگوساکارید در غلظت های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد نشان داد، نمونه حاوی فروکتوالیگوساکارید ۱/۵ درصد مناسب ترین pH برای فعالیت باکتری پروبیوتیک فراهم آورده است. این مطالعه با مطالعات

۱/۵ درصد فروکتوالیگوساکارید و ۱/۵ درصد اینولین داشتند. افزایش در مقدار ماده خشک به کاهش قابل توجه در حجم آب‌اندازی سرم شیر نسبت داده می‌شود [۱۹]. نتایج مشابه توسط سایر محققان در مورد ماست کم‌چرب پروبیوتیکی فرموله‌شده با اینولین و فروکتوالیگوساکارید حاصل شده است. افزایش مواد جامد ماست، باعث افزایش ارزش غذایی، قوام و بافت محصول می‌شود. این خصوصیات، بخصوص در مواقعی که افزایش مواد جامد برپایه کربوهیدرات باشد، بیشتر بروز می‌کند. افزودن فروکتوالیگوساکارید نسبت به اینولین به طور معنی‌داری بر میزان ماده خشک موثر بود، که به دلیل خصوصیات فروکتوالیگوساکارید در جذب آب (حدود ۳ برابر وزن خود) است [۲۰]. همچنین اینولین نیز به دلیل ایجاد حالت ژله‌ای، حین نگهداری ماست در دمای یخچال و با احتباس آب، به افزایش ماده خشک ماست موجب می‌شود [۲۱].

نگهداری، تخمیر مداوم لاکتوز به وسیله باکتری‌های اسیدلاکتیک می‌باشد و درصدهای مختلف فروکتوالیگوساکارید در ماست سین بیوتیک حاوی باکتری پروبیوتیک لاکتوباسیلوس برویس KU200019 تاثیر مثبت بر کیفیت ماست تولیدی داشت [۱۸].

### ۳-۲- اندازه‌گیری ماده خشک

نتایج حاصل از آنالیز آماری در جدول ۳، میزان تغییرات ماده خشک نمونه ماست گاومیش سین‌بیوتیک را در طول مدت ماندگاری معنی‌دار نشان داد ( $p < 0.05$ )، افزودن باکتری‌های لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس و بیفیدوباکتریوم بیفیدیوم به تنهایی روی ماده خشک تاثیر معنی‌داری نداشتند ( $p > 0.05$ ). ولی با افزودن فروکتوالیگوساکارید و اینولین ماده خشک افزایش یافت ( $p < 0.05$ ). با توجه به نتایج آنالیز آماری، بیشترین درصد ماده خشک را ماست سین‌بیوتیک با

**Table 3** Dry matter changes (%) of yogurts produced by different prebiotics during storage.

Treatments/Days	First day	14 <sup>th</sup> day	21 <sup>th</sup> day
A (Control)	16.12±0.01 <sup>a</sup>	16.12±0.02 <sup>a</sup>	16.18±0.02 <sup>o</sup>
B (L. Acidophilus)	16.12±0.02 <sup>b</sup>	16.01±0.01 <sup>b</sup>	16.0±0.02 <sup>p</sup>
C (B. Bifidum)	16.12±0.02 <sup>c</sup>	16.10±0.02 <sup>c</sup>	16.04±0.01 <sup>q</sup>
B1 (L. Acidophilus + Inulin (0.5%))	17.02±0.02 <sup>d</sup>	16.52±0.03 <sup>d</sup>	16.12±0.02 <sup>a</sup>
B2 (L. Acidophilus + Inulin (1%))	17.32±0.01 <sup>e</sup>	16.72±0.01 <sup>e</sup>	16.12±0.02 <sup>a</sup>
B3 (L. Acidophilus + Inulin (1.5%))	18.62±0.01 <sup>f</sup>	18.62±0.01 <sup>f</sup>	16.84±0.03 <sup>r</sup>
C1 (B. Bifidum+ Inulin (0.5%))	17.02±0.03 <sup>d</sup>	16.46±0.02 <sup>j</sup>	16.01±0.01 <sup>s</sup>
C2 (B. Bifidum+ Inulin (1%))	17.32±0.01 <sup>e</sup>	16.52±0.01 <sup>k</sup>	16.46±0.01 <sup>j</sup>
C3 (B. Bifidum + Inulin (1.5%))	18.60±0.03 <sup>f</sup>	18.60±0.03 <sup>f</sup>	17.32±0.01 <sup>e</sup>
B4 (L. Acidophilus + fructooligosaccharide (0.5%))	17.55±0.01 <sup>g</sup>	17.02±0.01 <sup>d</sup>	16.46±0.01 <sup>j</sup>
B5 (L. Acidophilus + fructooligosaccharide (1%))	17.7±0.01 <sup>h</sup>	17.2±0.01 <sup>l</sup>	16.64±0.03 <sup>j</sup>
B6 (L. Acidophilus + fructooligosaccharide (1.5%))	18.70±0.01 <sup>i</sup>	18.70±0.03 <sup>i</sup>	17.14±0.01 <sup>t</sup>
C4 (B. Bifidum+ fructooligosaccharide (0.5%))	18.22±0.01 <sup>j</sup>	17.13±0.01 <sup>m</sup>	16.24±0.03 <sup>u</sup>
C5 (B. Bifidum+ fructooligosaccharide (1%))	18.42±0.03 <sup>k</sup>	17.22±0.01 <sup>n</sup>	16.65±0.01 <sup>v</sup>
C6 (B. Bifidum+ fructooligosaccharide (1.5%))	18.8±0.01 <sup>i</sup>	18.7±0.01 <sup>i</sup>	16.54±0.01 <sup>w</sup>

\*Means followed by different lowercase letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

آب‌اندازی به نسبت به نمونه‌های حاوی ۱/۵ درصد اینولین، میزان آب‌اندازی به طور معنی‌داری بیشتر بود ( $p < 0.05$ ). در نمونه‌های حاوی فروکتوالیگوساکارید نیز با افزایش غلظت از ۰/۵ تا ۱/۵ درصد میزان آب‌اندازی در نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت ( $p < 0.05$ ). تحقیقات نشان می‌دهد گروه‌های فعال هیدروکسیل، در اینولین و فروکتوالیگوساکارید موجب کاهش آب‌اندازی، همچنین در اینولین به دلیل تشکیل ساختار ژله‌ای در دماهای پایین، آب‌اندازی به میزان قابل توجهی کاهش و ضمن بالا بردن مواد جامد کل، منجر به سفتی بافت محصول می‌شوند [۲۲]. با گذشت زمان و افزایش درصد مواد پری‌بیوتیکی در نمونه‌های ماست میزان آب‌اندازی کاهش

### ۳-۳- اندازه‌گیری آب‌اندازی

آب‌اندازی ویژگی نامطلوبی در ماست است که روی پذیرش کلی آن تاثیر منفی می‌گذارد. جداسازی فاز آبی در محصولات شیری تخمیر شده به دلیل جمع شدن ذرات پروتئین در حین نگهداری و رسوب‌گذاری تحت جاذبه رخ می‌دهد و برخی دیگر از عوامل مانند تثبیت‌کننده، اسیدیته، مواد پودری مصرفی، نوع شیر و کشت می‌توانند بر جداسازی فاز آبی نوشیدنی‌های شیری تخمیر شده مؤثر باشند. نتایج حاصل از آنالیز آماری نشان داد افزودن اینولین و فروکتوالیگوساکارید با غلظت ۱/۵٪، موجب کاهش معنی‌داری در میزان آب‌اندازی نمونه‌ها شد ( $p < 0.05$ ). در نمونه‌های حاوی اینولین ۰/۵ درصد میزان

مربوط دانست [۲۳]. توانایی فیبرها در اتصال به مولکول های آب و تداخل با اجزای شیر به ویژه پروتئین ها و در نتیجه پایداری شبکه پروتئین ها می تواند از حرکت آزادانه آب جلوگیری نماید و منجر به کاهش سینرسیس شود [۲۴].

می یابد. علتاین امر کاهش میزان pH نمونه های ماست در طول مدت زمان نگهداری است که روی میسل کازئین اثر گذاشته و باعث کاهش میزان آزاد شدن سرم و در نتیجه آن کاهش میزان سینرسیس می شوند. کاهش آب اندازی را همچنین می توان به فعالیت متابولیکی استارترها و کاهش فشار در شبکه پروتئینی

**Table 4** Syneresis changes (%) of yogurts produced by different prebiotics during storage.

Treatments/Days	First day	14 <sup>th</sup> day	21 <sup>th</sup> day
A (Control)	24.12±0.03 <sup>a</sup>	29.88±0.02 <sup>a</sup>	34.18±0.01 <sup>a</sup>
B (L. Acidophilus)	24.12±0.01 <sup>a</sup>	29.81±0.03 <sup>b</sup>	34.18±0.02 <sup>a</sup>
C (B. Bifidum)	24.12±0.02 <sup>a</sup>	29.88±0.01 <sup>c</sup>	34.15±0.03 <sup>b</sup>
B1 (L. Acidophilus + Inulin (0.5%))	22.73±0.02 <sup>d</sup>	25.61±0.02 <sup>h</sup>	30.03±0.02 <sup>h</sup>
B2 (L. Acidophilus + Inulin (1%))	20.22±0.02 <sup>j</sup>	23.72±0.03 <sup>k</sup>	28.52±0.02 <sup>i</sup>
B3 (L. Acidophilus + Inulin (1.5%))	18.72±0.03 <sup>k</sup>	20.12±0.01 <sup>o</sup>	24.8±0.01 <sup>l</sup>
C1 (B. Bifidum+ Inulin (0.5%))	23.02±0.01 <sup>c</sup>	26.46±0.02 <sup>e</sup>	33.01±0.01 <sup>d</sup>
C2 (B. Bifidum+ Inulin (1%))	21.32±0.01 <sup>f</sup>	26.92±0.03 <sup>d</sup>	30.46±0.01 <sup>f</sup>
C3 (B. Bifidum + Inulin (1.5%))	18.60±0.01 <sup>l</sup>	21.60±0.01 <sup>m</sup>	26.32±0.01 <sup>k</sup>
B4 (L. Acidophilus + fructooligosaccharide (0.5%))	22.53±0.02 <sup>e</sup>	25.52±0.02 <sup>j</sup>	30.12±0.02 <sup>g</sup>
B5 (L. Acidophilus + fructooligosaccharide (1%))	20.25±0.02 <sup>j</sup>	23.92±0.02 <sup>j</sup>	28.15±0.03 <sup>i</sup>
B6 (L. Acidophilus + fructooligosaccharide (1.5%))	18.15±0.03 <sup>m</sup>	20.09±0.03 <sup>n</sup>	23.81±0.01 <sup>m</sup>
C4 (B. Bifidum+ fructooligosaccharide (0.5%))	23.22±0.01 <sup>b</sup>	26.13±0.01 <sup>g</sup>	33.24±0.01 <sup>c</sup>
C5 (B. Bifidum+ fructooligosaccharide (1%))	21.28±0.01 <sup>g</sup>	26.22±0.01 <sup>f</sup>	30.55±0.01 <sup>e</sup>
C6 (B. Bifidum+ fructooligosaccharide (1.5%))	18.8±0.01 <sup>j</sup>	21.7±0.01 <sup>l</sup>	26.54±0.01 <sup>j</sup>

\*Means followed by different lowercase letters are significantly different (p < 0.05).

قرار می گیرد [۲۶]. مطابق با جدول ۴ نتایج حاصل از آنالیز آماری اثر تیمار، تاثیر زمان و تاثیر متقابل تیمار زمان بر روی ویسکوزیته نمونه های ماست تهیه شده از شیر گاومیش حاوی درصد های متفاوت پری بیوتیک فروکتوالیگوساکارید و اینولین معنی دار گزارش شد (p < ۰/۰۵).

### ۳-۴- تغییرات مقدار ویسکوزیته

ویسکوزیته ماست یک خصوصیت مهم است که بر کیفیت آن اثر می گذارد [۲۵]. ویسکوزیته تحت تاثیر عوامل مختلف از جمله دمای انکوباسیون، محتوای چربی و کازئین، تیمار حرارتی شیر، اسیدیته شیر در تمام دوره و نوع استارتر کالچر

**Table 5** Viscosity changes (CP) of yogurts produced by different prebiotics during storage.

Treatments/Days	First day	14 <sup>th</sup> day	21 <sup>th</sup> day
A (Control)	7500±0.02 <sup>o</sup>	6900±0.01 <sup>c</sup>	5300±0.02 <sup>n</sup>
B (L. Acidophilus)	7520±0.03 <sup>m</sup>	6950±0.02 <sup>b</sup>	5310±0.03 <sup>m</sup>
C (B. Bifidum)	7560±0.02 <sup>j</sup>	7010±0.03 <sup>a</sup>	5350±0.01 <sup>l</sup>
B1 (L. Acidophilus + Inulin (0.5%))	7585±0.02 <sup>i</sup>	6512±0.02 <sup>m</sup>	6010±0.02 <sup>j</sup>
B2 (L. Acidophilus + Inulin (1%))	7650±0.02 <sup>e</sup>	6651±0.01 <sup>h</sup>	6150±0.02 <sup>f</sup>
B3 (L. Acidophilus + Inulin (1.5%))	7752±0.03 <sup>a</sup>	6755±0.01 <sup>e</sup>	6351±0.03 <sup>a</sup>
C1 (B. Bifidum+ Inulin (0.5%))	7535±0.01 <sup>k</sup>	6501±0.02 <sup>o</sup>	6008±0.01 <sup>k</sup>
C2 (B. Bifidum+ Inulin (1%))	7610±0.02 <sup>g</sup>	6625±0.01 <sup>i</sup>	6339±0.01 <sup>b</sup>
C3 (B. Bifidum + Inulin (1.5%))	7712±0.01 <sup>b</sup>	6756±0.01 <sup>d</sup>	6325±0.01 <sup>c</sup>
B4 (L. Acidophilus + fructooligosaccharide (0.5%))	7525±0.02 <sup>l</sup>	6528±0.01 <sup>l</sup>	6025±0.02 <sup>i</sup>
B5 (L. Acidophilus + fructooligosaccharide (1%))	7630±0.02 <sup>f</sup>	6610±0.02 <sup>k</sup>	6150±0.02 <sup>e</sup>
B6 (L. Acidophilus + fructooligosaccharide (1.5%))	7702±0.01 <sup>c</sup>	6689±0.01 <sup>g</sup>	6295±0.01 <sup>d</sup>
C4 (B. Bifidum+ fructooligosaccharide (0.5%))	7515±0.02 <sup>n</sup>	6510±0.01 <sup>n</sup>	6010±0.01 <sup>j</sup>
C5 (B. Bifidum+ fructooligosaccharide (1%))	7600±0.02 <sup>h</sup>	6610±0.01 <sup>j</sup>	6115±0.01 <sup>h</sup>
C6 (B. Bifidum+ fructooligosaccharide (1.5%))	7680±0.01 <sup>d</sup>	6695±0.01 <sup>f</sup>	6250±0.01 <sup>e</sup>

\*Means followed by different lowercase letters are significantly different (p < 0.05).

تیمار حاوی ۱/۵ درصد اینولین و فروکتوالیگوساکارید و کمترین میزان ویسکوزیته مربوط به تیمار شاهد می باشد. افزایش ویسکوزیته در نمونه های حاوی فروکتوالیگوساکارید و اینولین به دلیل افزایش مقدار کربوهیدرات و ماده خشک

مقدار ویسکوزیته (سانتی پواز) تیمارها در طی دوره ماندگاری بیست و یک روز، روند افزایشی نشان داد. تیمارهایی که دارای اینولین و فروکتوالیگوساکارید بودند مقدار ویسکوزیته بیشتری نشان دادند. بطوری که بیشترین میزان ویسکوزیته مربوط به

باکتری‌ها افزایش یافته و میزان زنده‌مانی در غلظت‌های بالایی از فروکتوالیگوساکارید نسبت به اینولین این افزایش معنی‌دار بود ( $p < 0.05$ ).

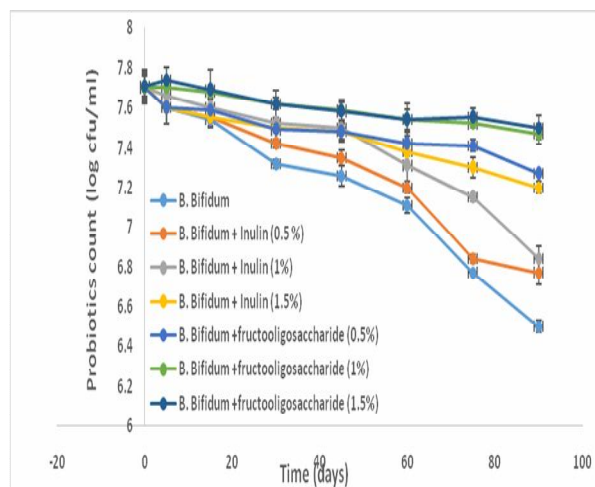


Fig 1 The rate of survivability of *B. bifidum*

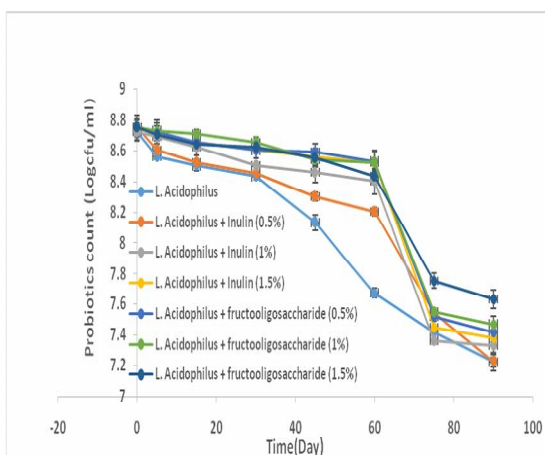


Fig 2 The rate of survivability of *L. Acidophilus*

البته لازم به ذکر می‌باشد در طی ۲۱ روز ماندگاری میزان زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس نسبت به بیفیدوباکتریوم بیفیدیوم بهتر بود. افزایش زنده‌مانی در نمونه‌های حاوی فروکتوالیگوساکارید و اینولین به ترتیب به دلیل جذب آب توسط فروکتوالیگوساکارید و تشکیل ساختار ژل مانند توسط اینولین می‌باشد که مانع از کریستالیزاسیون مجدد و با این روش از وارد شدن شوک و تخریب دیواره سلولی جلوگیری می‌کند [۳۱ و ۲۹]. این مطالعه با نتایج مطالعات راسکوندیاز و همکاران [۳۲] که اثر حفاظتی هیدروکلئیدها را بر زنده‌مانی کشت‌های آغازگر در مقایسه با ماست شاهد بررسی کردند، مطابقت دارد. در بین تیمارها،

تیمارها می‌باشد. مطالعه‌ای بر روی ماست بز نشان داد، با افزایش ماده خشک شیر بز میزان ویسکوزیته بیشتر می‌شود [۲۷].

### ۳-۵- درصد چربی

نتایج حاصل آنالیز آماری میزان درصد چربی را در طی دوره ۲۱ ماندگاری بدون تغییر (۷/۵ درصد) نشان داد، همچنین مقدار چربی در تیمارهای مورد مطالعه معنی‌دار نبود ( $p > 0.05$ ). این امر به دلیل کافی بودن موارد مغذی و عدم آلودگی در محیط استفاده باکتری‌های پروبیوتیک و آغازگر می‌باشد که باعث عدم هیدرولیز چربی موجود در نمونه‌ها شده است [۲۸].

### ۳-۶- درصد پروتئین

نتایج حاصل آنالیز آماری میزان درصد چربی را در طی دوره ۲۱ ماندگاری بدون تغییر (۷/۵ درصد) نشان داد، همچنین مقدار چربی در تیمارهای مورد مطالعه معنی‌دار نبود ( $p > 0.05$ ). البته احتمال تغییر در میزان پروتئین می‌تواند به فعالیت پروتئولیتیکی باکتری‌های آغازگر و اتصال پروتئین‌های محلول دناتوره شده متصل با کازئین و اتصال کازئین‌ها باهم و کاهش آب‌انداختگی باشد و غلظت پروتئین در واحد حجم افزایش نشان می‌دهد و خروج بیشتر سرم از لخته به افزایش بیشتر غلظت پروتئین کمک می‌نماید [۲۹].

### ۳-۷- قابلیت زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها در ماست

#### در طی دوره نگهداری

باکتری‌های پروبیوتیک فاقد فعالیت پروتئولیتیکی می‌باشند و باید آمینواسیدها و پپتیدها جهت رشد آن‌ها در اختیارشان قرار گیرد [۳۰]. در ماست‌های سین‌بیوتیک به دلیل فعالیت پروتئولیتیکی، این ترکیبات به آمینواسیدها و پپتیدها تبدیل می‌شوند که جهت رشد پروبیوتیک‌ها ضروری می‌باشد و سبب افزایش تعداد آن‌ها در نمونه‌های ماست می‌شود. نمودار (۲۰۱) نتایج حاصل از زنده‌مانی میزان باکتری‌های پروبیوتیک بیفیدوباکتریوم بیفیدیوم و لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس را طی ۲۱ روز نگهداری نشان می‌دهد. نتایج حاصل از زنده‌مانی میزان باکتری‌های پروبیوتیک لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و بیفیدوباکتریوم بیفیدیوم به همراه اینولین و فروکتوالیگوساکارید نشان داد، تعداد اولیه این باکتری‌ها  $7.5 \times 10^7$  و  $7.0 \times 10^7$  cfu/ml در روز اول نگهداری بود. با افزایش غلظت اینولین و فروکتوالیگوساکارید از ۰/۵ تا ۱/۵ درصد میزان زنده‌مانی



پکتین به عنوان عامل حفاظت کننده زنده مانی آن ها را بهبود داده است.

### ۳-۸- ویژگی های حسی

اولین ویژگی کیفی ماده غذایی که توسط مصرف کننده مورد توجه قرار می گیرد، خصوصیات ظاهری آن است. مشخصات ظاهری یک فراورده غذایی عامل مهمی است که در اولین برخورد خریدار نقش اساسی و تعیین کننده دارد [۳۳]. سایر خصوصیات کیفی مانند عطر، بافت و غیره معیارهایی هستند که پس از مصرف نهایی محصول غذایی مورد توجه واقع می شود. اگرچه ممکن است رابطه علمی بین رنگ و عطر و طعم مواد غذایی از نظر نوع ترکیب در خصوصیات فیزیکوشیمیایی وجود نداشته باشد، ولی آزمایش های چشایی نشان داده است که در اکثر موارد رنگ مطلوب بر احساس عطر و طعم ماده غذایی اثر قابل ملاحظه دارد. میزان بافت نمونه های ماست پروبیوتیک حاوی درصدهای متفاوت فروکتوالیگوساکارید و اینولین در مقایسه با نمونه های پروبیوتیکی فاقد فروکتوالیگوساکارید و اینولین، امتیاز حسی بافت بالاتری در طی دوره نگهداری داشتند ( $p < 0.05$ ). کمترین امتیاز حسی بافت مربوط به تیمار شاهد بود. غلظت

بالاتر فروکتوالیگوساکارید و اینولین (۱/۵ درصد) به دلیل داشتن گروه های فعال هیدروکسیل، فروکتوالیگوساکارید و تشکیل ساختار ژله ای اینولین در دماهای پایین، باعث کاهش آب انداز یو سفتی یافت محصول شدند [۳۴].

همچنین، طعم ماست پروبیوتیک تهیه شده از فروکتو الیگوساکارید در طی دوره ماندگاری افزایش یافت و ماست فاقد فروکتو الیگوساکارید کمترین طعم را داشت ( $p < 0.05$ ). غلظت بالاتر فروکتو الیگوساکارید و اینولین (۱/۵ درصد) از نظر ارزیاب ها بهتر بود، زیرا دارای طعم مطلوب تر و آب انداختگی کمتری نسبت به سایر تیمارها بود. اسیدیته ماست نقش مهمی در عطر و طعم ماست ایفا می کند و احتمالاً نقش آن بیشتر از غلظت استالدئید و دی استیل می باشد. در نمونه های حاوی درصدهای بیشتر فروکتوالیگوساکارید این عطر و طعم به دلیل رشد بیشتر باکتری های استارتر و باکتری های پروبیوتیک محسوس تر است [۲۷]. در نمونه های حاوی اینولین و فروکتوالیگوساکارید، افزودن مقادیر ۰/۵ تا ۱ درصد از اینولین روی خصوصیات طعم ماست سین بیوتیک تاثیر معنی داری نداشت ( $p > 0.05$ ).

**Table 6** Organoleptic properties of yogurts produced by different prebiotics during storage.

Treatments/Days	Texture	taste	Appearance	General acceptance
A (Control)	3.5±0.02 <sup>c</sup>	3.0±0.02 <sup>c</sup>	2.5±0.01 <sup>c</sup>	2.0±0.02 <sup>c</sup>
B (L. Acidophilus)	3.5±0.02 <sup>c</sup>	4.0±0.01 <sup>c</sup>	3.0±0.02 <sup>d</sup>	3.0±0.01 <sup>d</sup>
C (B. Bifidum)	3.5±0.01 <sup>c</sup>	3.5±0.02 <sup>d</sup>	3.0±0.02 <sup>d</sup>	3.0±0.01 <sup>d</sup>
B1 (L. Acidophilus + Inulin (0.5%))	4.0±0.03 <sup>b</sup>	4.5±0.02 <sup>b</sup>	4.0±0.02 <sup>c</sup>	3.5±0.02 <sup>c</sup>
B2 (L. Acidophilus + Inulin (1%))	4.0±0.01 <sup>b</sup>	4.5±0.03 <sup>b</sup>	4.5±0.03 <sup>b</sup>	4.0±0.02 <sup>b</sup>
B3 (L. Acidophilus + Inulin (1.5%))	5.0±0.02 <sup>a</sup>	5.0±0.01 <sup>a</sup>	5.0±0.01 <sup>a</sup>	5.0±0.03 <sup>a</sup>
C1 (B. Bifidum+ Inulin (0.5%))	4.0±0.02 <sup>b</sup>	4.5±0.01 <sup>b</sup>	4.0±0.02 <sup>c</sup>	3.5±0.02 <sup>c</sup>
C2 (B. Bifidum+ Inulin (1%))	4.0±0.03 <sup>b</sup>	4.5±0.03 <sup>b</sup>	4.5±0.03 <sup>b</sup>	4.0±0.03 <sup>b</sup>
C3 (B. Bifidum + Inulin (1.5%))	5.0±0.01 <sup>a</sup>	5.0±0.02 <sup>a</sup>	5.0±0.02 <sup>a</sup>	5.0±0.01 <sup>a</sup>
B4 (L. Acidophilus + fructooligosaccharide (0.5%))	4.0±0.02 <sup>b</sup>	4.5±0.02 <sup>b</sup>	4.0±0.03 <sup>c</sup>	3.5±0.02 <sup>c</sup>
B5 (L. Acidophilus + fructooligosaccharide (1%))	4.0±0.02 <sup>b</sup>	4.5±0.01 <sup>b</sup>	4.5±0.02 <sup>b</sup>	4.0±0.02 <sup>b</sup>
B6 (L. Acidophilus + fructooligosaccharide (1.5%))	5.0±0.02 <sup>a</sup>	5.0±0.01 <sup>a</sup>	5.0±0.03 <sup>a</sup>	5.0±0.02 <sup>a</sup>
C4 (B. Bifidum+ fructooligosaccharide (0.5%))	4.0±0.02 <sup>b</sup>	4.5±0.02 <sup>b</sup>	4.0±0.01 <sup>c</sup>	3.5±0.01 <sup>c</sup>
C5 (B. Bifidum+ fructooligosaccharide (1%))	4.0±0.02 <sup>b</sup>	4.5±0.03 <sup>b</sup>	4.5±0.02 <sup>b</sup>	4.0±0.02 <sup>b</sup>
C6 (B. Bifidum+ fructooligosaccharide (1.5%))	5.0±0.03 <sup>a</sup>	5.0±0.02 <sup>a</sup>	5.0±0.02 <sup>a</sup>	5.0±0.01 <sup>a</sup>

\*Means followed by different lowercase letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

خشک را نمونه های ماست سین بیوتیک حاوی فروکتوالیگوساکارید و اینولین ۱/۵ درصد داشتند. از نظر میزان آب اندازی، خصوصیات ویسکوزیته و پروتئین تیمارها، به ترتیب با افزایش غلظت فروکتوالیگوساکارید و اینولین از ۰/۵ تا ۱/۵ %، میزان آب اندازی و پروتئین کاهش و ویسکوزیته

### ۴- نتیجه گیری

هر چند افزایش مواد پری بیوتیکی در ماست پروبیوتیکی باعث افزایش اسیدیته نمونه های ماست گاومیشی در طی نگهداری شد (وبه موازات آن pH کاهش یافت). بیشترین میزان ماده



- Cheese. Packag. Technol. Sci.2016, 29, 355–363, doi:10.1002/pts.2212.
- [8] Meybodi, N.M.; Mortazavian, A.M.; Arab, M.; Nematollahi, A. Probiotic viability in yoghurt: A review of influential factors. *Int. Dairy J.*2020, 109, 104793.
- [9] Turkmen, N.; Akal, C.; Özer, B. Probiotic dairy-based beverages: A review. *J. Funct. Foods*2019, 53, 62–75.
- [10] Nottagh, S.; Hesari, J.; Peighambardoust, S.H.; Rezaei-Mokarram, R.; Jafarizadeh-Malmiri, H. Effectiveness of edible coating based on chitosan and Natamycin on biological, physico-chemical and organoleptic attributes of Iranian ultra-filtrated cheese. *Biologia (Bratisl)*.2020, 75, 605–611, doi:10.2478/s11756-019-00378-w.
- [11] Amenyogbe, E.; Chen, G.; Wang, Z.; Huang, J.; Huang, B.; Li, H. The exploitation of probiotics, prebiotics and synbiotics in aquaculture: present study, limitations and future directions.: a review. *Aquac. Int.*2020, 28, 1017–1041.
- [12] Yoon, J.A.; Shin, K.-O. Studies on the biological activity of synbiotics: A review. *Korean J. Food Nutr.*2018, 31, 319–327.
- [13] Salar, S.; Jafarian, S.; Mortazavi, S.A. Physiochemical and sensory characteristics of synbiotic beverage yogurt developed from Buffalo's colostrum & milk. *Food Sci. Technol.*2021, 18, 247–257.
- [14] Misaghi, A.; Talebi, F.; Noori, N.; Rezaeigolestani, M. Microbiological and Chemical Characterization of Halvi, a Traditional Iranian Dairy Product Made from Sheep Milk. *J. Nutr. Fasting Heal.*2019, 7, 110–115.
- [15] Peighambardoust, S.H.; van Brenk, S.; van der Goot, A.J.; Hamer, R.J.; Boom, R.M. Dough processing in a Couette-type device with varying eccentricity: Effect on glutenin macro-polymer properties and dough micro-structure. *J. Cereal Sci.*2007, 45, 34–48, doi:10.1016/j.jcs.2006.05.009.
- [16] Wirjantoro, T.I.; Phianmongkhol, A. The viability of lactic acid bacteria and *Bifidobacterium bifidum* in yoghurt powder during storage. *J. Nat. Sci.*2009, 8, 95–104.
- [17] Peighambardoust, S.H.; van der Goot, A.J.; Boom, R.M.; Hamer, R.J. Mixing behaviour of a zero-developed dough compared to a flour-water mixture. *J. Cereal Sci.*2006, 44, doi:10.1016/j.jcs.2005.12.011.
- [18] Kariyawasam, K.M.G.M.M.; Lee, N.-K.; Paik, H.-D. Synbiotic yoghurt supplemented
- افزایش یافت. از نظر ارزیابی حسی نمونه‌های ماست پروبیوتیک حاوی درصدهای متفاوت فروکتوالیگوساکارید و اینولین در مقایسه با نمونه کنترل امتیاز حسی بافت و طعم بالاتری در طی دوره نگهداری کسب کردند. همچنین با افزایش غلظت اینولین و فروکتوالیگوساکارید از ۰/۵ تا ۱/۵ درصد، میزان زنده‌مانی باکتری‌ها طی ۲۱ روز افزایش پیدا کرد. به طور کلی نتایج نشان داد، استفاده از فروکتوالیگوساکارید و اینولین روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، ارزیابی حسی و زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک تاثیر مثبت دارد و می‌توان با استفاده از آن‌ها ماست گاومیش سین‌بیوتیک با ویژگی‌های فراسودمند تولید کرد.

### ۵- منابع

- [1] Ahmadi, A.; Milani, E.; Madadlou, A.; Mortazavi, S.A.; Mokarram, R.R.; Salarbashi, D. Synbiotic yogurt-ice cream produced via incorporation of microencapsulated lactobacillus acidophilus (la-5) and fructooligosaccharide. *J. Food Sci. Technol.*2014, 51, 1568–1574.
- [2] Agrawal, R. Probiotics: An emerging food supplement with health benefits. *Food Biotechnol.*2005, 19, 227–246.
- [3] Ballongue, J.; Schumann, C.; Quignon, P. Effects of lactulose and lactitol on colonic microflora and enzymatic activity. *Scand. J. Gastroenterol.*1997, 32, 41–44.
- [4] Zendeboodi, F.; Khorshidian, N.; Mortazavian, A.M.; da Cruz, A.G. Probiotic: conceptualization from a new approach. *Curr. Opin. Food Sci.*2020, 32, 103–123.
- [5] Aghamirzaei, M.; Peighambardoust, S.H.; Azadmard-Damirchi, S.; Majzoobi, M. Effects of grape seed powder as a functional ingredient on flour physicochemical characteristics and dough rheological properties. *J. Agric. Sci. Technol.*2015, 17, 365–373.
- [6] Gallina, D.A.; Barbosa, P. de P.M. Viability of probiotics, physicochemical and microbiological characterization of beverage (smoothie) with symbiotic yogurt and berries pulp. *Res. Soc. Dev.*2022, 11, e19511325975–e19511325975.
- [7] Peighambardoust, S.H.; Beigmohammadi, F.; Peighambardoust, S.J. Application of Organoclay Nanoparticle in Low-Density Polyethylene Films for Packaging of UF

- mechanism for separating wheat flour into gluten and starch. *J. Cereal Sci.*2008, 48, 327–338, doi:10.1016/j.jcs.2007.10.005.
- [27] Farnsworth, J.P.; Li, J.; Hendricks, G.M.; Guo, M.R. Effects of transglutaminase treatment on functional properties and probiotic culture survivability of goat milk yogurt. *Small Rumin. Res.*2006, 65, 113–121.
- [28] Bergonzelli, G.E.; Blum, S.; Brüssow, H.; Corthésy-Theulaz, I. Probiotics as a treatment strategy for gastrointestinal diseases? *Digestion*2005, 72, 57–68.
- [29] Crittenden, R.G.; Morris, L.F.; Harvey, M.L.; Tran, L.T.; Mitchell, H.L.; Playne, M.J. Selection of a Bifidobacterium strain to complement resistant starch in a synbiotic yoghurt. *J. Appl. Microbiol.*2001, 90, 268–278.
- [30] Karami, Z.; Peighambaroust, S.H.; Hesari, J.; Akbari-Adergani, B.; Andreu, D. Identification and synthesis of multifunctional peptides from wheat germ hydrolysate fractions obtained by proteinase K digestion. *J. Food Biochem.*2019, 43, e12800, doi:10.1111/jfbc.12800.
- [31] Akin, M.B.; Akin, M.S.; Kırmacı, Z. Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. *Food Chem.*2007, 104, 93–99.
- [32] Rascón-Díaz, M.P.; Tejero, J.M.; Mendoza-García, P.G.; García, H.S.; Salgado-Cervantes, M.A. Spray drying yogurt incorporating hydrocolloids: Structural analysis, acetaldehyde content, viable bacteria, and rheological properties. *Food Bioprocess Technol.*2012, 5, 560–567.
- [33] van der Goot, A.J.J.; Peighambaroust, S.H.H.; Akkermans, C.; Van Oosten-Manski, J.M.M. Creating novel structures in food materials: The role of well-defined shear flow. *Food Biophys.*2008, 3, 120–125, doi:10.1007/s11483-008-9081-8.
- [34] Champagne, C.P. 19 Some technological challenges in the addition of probiotic bacteria to foods. *Prebiotics probiotics Sci. Technol.* 2009, 761–804.
- with novel probiotic *Lactobacillus brevis* KU200019 and fructooligosaccharides. *Food Biosci.*2021, 39, 100835.
- [19] Soltanzadeh, M.; Peighambaroust, S.H.; Ghanbarzadeh, B.; Mohammadi, M.; Lorenzo, J.M. Chitosan nanoparticles encapsulating lemongrass (*Cymbopogon commutatus*) essential oil: Physicochemical, structural, antimicrobial and in-vitro release properties. *Int. J. Biol. Macromol.*2021, 192, 1084–1097, doi:10.1016/J.IJBIOMAC.2021.10.070.
- [20] Peighambaroust, S.H.; Karami, Z.; Pateiro, M.; Lorenzo, J.M. A Review on Health-Promoting, Biological, and Functional Aspects of Bioactive Peptides in Food Applications. *Biomolecules*2021, 11, 631, doi:10.3390/biom11050631.
- [21] Galdeano, C.M.; Cazorla, S.I.; Dumit, J.M.L.; Vélez, E.; Perdígón, G. Beneficial effects of probiotic consumption on the immune system. *Ann. Nutr. Metab.*2019, 74, 115–124.
- [22] Davani-Davari, D.; Negahdaripour, M.; Karimzadeh, I.; Seifan, M.; Mohkam, M.; Masoumi, S.J.; Berenjian, A.; Ghasemi, Y. Prebiotics: definition, types, sources, mechanisms, and clinical applications. *Foods*2019, 8, 92.
- [23] Torre, L. La; Tamime, A.Y.; Muir, D.D. Rheology and sensory profiling of set - type fermented milks made with different commercial probiotic and yoghurt starter cultures. *Int. J. Dairy Technol.*2003, 56, 163–170.
- [24] Staffolo, M. Dello; Bertola, N.; Martino, M. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *Int. Dairy J.*2004, 14, 263–268.
- [25] Foroutan, R.; Peighambaroust, S.J.; Mohammadi, R.; Peighambaroust, S.H.; Ramavandi, B. Cadmium ion removal from aqueous media using banana peel biochar/Fe<sup>3+</sup>/O<sup>4-</sup>/ZIF-67. *Environ. Res.*2022, 211, doi:10.1016/j.envres.2022.113020.
- [26] Peighambaroust, S.H.; Hamer, R.J.; Boom, R.M.; van der Goot, A.J. Migration of gluten under shear flow as a novel



## Effects of probiotic strains and prebiotic compounds on physicochemical, Microbiological and sensory properties of Buffalo synbiotic yogurt

SabzichiEsfahlan, A. <sup>1</sup>, Hesari, J. <sup>1\*</sup>, Peighambardoust, S. H. <sup>1</sup>

1. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received 2022/ 12/ 17  
Accepted 2023/ 01/ 23

#### Keywords:

Buffalo Yogurt,  
Fructo-Oligosaccharide,  
Inulin, probiotic,  
Symbiotic.

**DOI:** 10.22034/FSCT.19.133.237

**DOR:** 20.1001.1.20088787.1401.19.133.20.5

\*Corresponding Author E-Mail:  
[jhesari@tabrizu.ac.ir](mailto:jhesari@tabrizu.ac.ir)

### ABSTRACT

Synbiotic yogurt is the most important food ingredient from the combination of probiotics and prebiotics, which increases the survival of probiotic bacteria during yogurt storage due to its prebiotic properties. The purpose of this study was to develop synbiotic buffalo yogurt by addition of inulin and fructo-oligosaccharide prebiotic compounds (0.5, 1 and 1.5%) on the survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* bacteria and physicochemical and sensory properties of buffalo yogurt. The physicochemical characteristics (pH, acidity, dry matter, fat, protein, viscosity, syneresis) and sensory evaluation (taste and texture) during 21 days of storage and the survival rate of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* during 21 days were investigated. The results of the statistical analysis showed that with increase in the fructo-oligosaccharide level compared to the sample containing inulin and the control, the pH decreased, acidity, dry matter, water retention and viscosity increased ( $p < 0.05$ ). Also, the amount of fat and protein did not differ significantly during 21 days of shelf life ( $p > 0.05$ ). In terms of sensory evaluation, the samples of synbiotic buffalo yogurt containing high percentage of fructo-oligosaccharide and inulin were evaluated better than the control. Therefore, the use of fructo-oligosaccharide and inulin is recommended for the production of synbiotic buffalo yogurt with functional properties.