نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۷ شماره ۴/ سال ۱۳۹۶/ صفحات ۴۱ تا ۵۰

بررسی ویژگی‌های میکروبی و فیزیکی‌شیمیایی ماست حاوی شیر یولاف

سمیرا فرقانی[۱]، سیدهادی پیغمبردوست*[۲]، جواد حصاری[۲] و رضا رضایی مکرم[۳]

تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۶/۷/۱۸

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[۲] استاد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[۳] استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه: Email: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

چکیده

پروبیوتیک‌ها در طی چند سال اخیر به دلیل فواید سلامت بخش خود به طور قابل ملاحظه‌ای مورد توجه قرار گرفته‌اند. حفظ تعداد سلول‌های زنده در سطوح بالا تا قبل از تاریخ انقضا جهت تأمین مزایای سلامتی بخش ضروری می‌باشد. یولاف به دلیل دارا بودن مقادیر قابل ملاحظه فیبرهای محلول و نامحلول و توانایی تخمیرپذیری بالای آن توسط باکتری‌های اسیدلاکتیک توجه زیادی را به خود جلب کرده است. هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر پری‌بیوتیکی شیر یولاف در تولید محصول ماست حاوی شیر یولاف به‌عنوان یک محصول غذایی جدید و بررسی ویژگی‌های میکروبی و فیزیکی‌شیمیایی آن می‌باشد. در این مطالعه، اثر جایگزینی شیر یولاف با شیر کم‌چرب (۲٪/۵) در ٤ سطح ۰، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد (حجمی/حجمی) بر روی زنده‌مانی باکتری‌های *Lactobacillus acidophilus LA-5* و باکتری‌های آغازگر ماست (*Lactobacillus bulgaricus* و *Streptococcus thermophilus*) و ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی ماست در طی ۲۱ روز نگهداری (روزهای ۱، ۷، ١٤ و ۲۱) بررسی گردید. بررسی نتایج آماری نشان داد که جایگزینی شیر یولاف به طور معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) منجر به کاهش pH و افزایش اسیدیته و زنده‌مانی باکتری‌های *Lactobacillus acidophilus LA-5* در ماست‌های حاوی شیر یولاف نسبت به ماست شاهد می‌گردد. به‌طورکلی در کلیه نمونه‌ها با گذشت زمان نگهداری، شمارش کلی باکتری‌های پروبیوتیک و آغازگر زنده و pH کاهش و اسیدیته افزایش یافت. نتایج حاصل نشان داد با افزایش درصد شیر یولاف افزوده شده ویسکوزیته نمونه ها کاهش می‌یابد. ماست حاوی ۲۰٪ شیر یولاف در تمام روزهای نگهداری بیشترین مقدار زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک *Lactobacillus acidophilus LA-5* را نشان داد.

واژگان کلیدی: باکتری‌های آغازگر، پروبیوتیک، *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس LA-5*، یولاف

مقدمه

تو سعه مداوم غذاهای فرا سودمند، پا سخ علم و صنعت در برابر افزایش آگاهی مردم و مصرف‌کنندگان در مورد اثر سلامتی بخشی و نقش مواد غذایی در بهبود کیفیت زندگی می‌باشد (آنگلو و همکاران ۲۰۰٦). مهم‌ترین انواع غذاهای فراسودمند شامل پروبیوتیک، پری‌بیوتیک

وسینبیوتیک‌ها، نوشیدنی‌های فراسودمند، محصولات گوشتی و غله‌ای فراسودمند و ... می‌باشند (سیرو و همکاران ۲۰۰۸). پروبیوتیک‌ها اثرات سودمندی را روی فیزیولوژی بدن انسان از طریق تعدیل مخاط و ایمنی سیستماتیک و همچنین تعادل میکروبی دستگاه گوارش ایفا می‌کنند (دی وویست ۱۹۹۸ و نایدو و همکاران ۱۹۹۹). واژه پروبیوتیک ازنظر فنی توسط کمیته کارشناس به‌عنوان میکروارگانیسم‌های زنده‌ای تعریف شده‌اند که مصرف تعداد خاصی از آن‌ها اثرات سلامتی بخش و فراتغذیه‌ای دارد. این بدین معنی است که میکروارگانیسم‌ها باید زنده باشند و در تعداد بالایی حضور داشته باشند، به‌طورکلی باید روزانه بیش از 10^9 سلول مصرف شود (واسودها و میشرا ۲۰۱۳).

گونه *Lactobacillus acidophilus* مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین گونه لاکتوباسیل بوده و به همراه بیفیدوباکتریوم‌ها، مهم‌ترین میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک به شمار می‌آید. ویژگی‌های سلامت بخشی مانند خواص ضد سرطان‌زایی، ضد جهش‌زایی، ضد عفونتی، تحریک سیستم ایمنی، کاهش دهندگی کلسترول سرم، افزایش ارزش تغذیه‌ای غذا، درمان انواع اسهال، عفونت‌های دستگاه گوارش و دستگاه ادراری تناسلی به پروبیوتیک‌ها نسبت داده می‌شوند (محمدی و همکاران ۱۳۹۱).

بسیاری از مواد غذاییک پروبیوتیک در بازارهای سراسر جهان بر پایه شیر هستند و تلاش های کمی برای توسعه‌ی غذاهای پروبیوتیک با استفاده از دیگر بسترهای تخمیر مثل غلات انجام شده است. توزیع گسترده غلات و ارزش تغذیه‌ای بالای آن‌ها توجه را برای استفاده از آن‌ها به‌عنوان ماده خام جهت توسعه مواد غذایی تخمیری فراسودمند متمرکز نموده است (آنگلو و همکاران ۲۰۰۶). شواهد متعدد و مستحکمی وجود دارد که غلات و حبوبات از بدن در برابر بیماری های مربوط به افزایش سن مانند دیابت، بیماری‌های قلبی و عروقی، سندرم پارکینسون و برخی از سرطان ها محافظت می‌کنند (فاردت و همکاران ۲۰۰۸). جو و یولاف به‌عنوان منابع اصلی بتاگلوکان هستند که به‌عنوان جزء عمل‌گرای اصلی فیبرهای غلات شناخته شده است (آنگلو و همکاران ۲۰۰۶). اثر ضد کلسترول این فیبر منجر به کاهش ۳۰-۲۰ درصد کلسترول LDL می‌گردد و به‌طورکلی منجر به کاهش خطر بیماری های قلبی و عروقی می‌شود (استارک و مادار ۱۹۹۴، ریک ۱۹۹۴ و گالاهار ۲۰۰۰). شاخص قند خون پایین محصولات بر پایه یولاف به‌خصوص برای افراد دیابتی مهم است و مصرف غذاهای ویسکوز حاوی بتاگلوکان بر سطح امولگیشن[1] چربی در دستگاه گوارش، معده و روده مؤثر بوده و فعالیت آنزیم لیپاز را کاهش می‌دهد (آندرسون و بریجز ۱۹۹۳، ریک ۱۹۹۳ و استارک و مادار ۱۹۹۴). فیبرهای رژیمی یولاف شامل ۵۵٪ فیبر محلول و ۴۵٪ فیبر نامحلول می باشند. فیبر های محلول به نفع رشد باکتری‌های پروبیوتیک هستند (جانسون و همکاران ۱۹۹۳).

بنابراین با توجه به رویکرد تولید کنندگان به فراورده‌های لبنی فراسودمند و پروبیوتیک، در این پژوهش اثر شیر یولاف به عنوان منبع غنی از فیبر های محلول، به ویژه بتاگلوکان، بر ویژگی های میکروبی و فیزیکی‌شیمیایی ماست پروبیوتیک حاوی شیر یولاف مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه

شیر کم‌چرب (۲٪/۵) از شرکت پگاه تبریز تهیه گردید. آغازگر ماست حاوی *Streptococcus thermophiles* و *Lactobacillus bulgaricus* و آغازگر پروبیوتیک *Lactobacillus acidophilus LA-5* از شرکت Chr-Hansen دانمارک خریداری شد. دانه‌های کامل یولاف از

[1] Emulgation

اداره جهاد کشاورزی تبریز تهیه شدند.

روش تهیه شیر یولاف

به‌منظور تولید شیر یولاف، ابتدا دانه‌های یولاف پاک‌سازی و تمیز شدند. سپس به مدت ۱۲ ساعت در آب غوطه‌ور و سپس آب‌کشی و شست‌وشو انجام شد. دانه‌های یولاف شسته شده به صورت مرطوب آسیاب شدند و سپس آب به نسبت ۱:۱ به آن‌ها افزوده شد. مخلوط حاصل صاف شده و به آن، آب افزوده شد. مایع حاصل پس از پاستوریزاسیون در دمای ۸۰ °C به مدت ۲۰ دقیقه به‌عنوان شیر یولاف مورد استفاده قرار گرفت (حسن و همکاران ۲۰۱۲).

روش تهیه ماست حاوی شیر یولاف

مخلوطی از شیر و شیر یولاف پاستوریزه شده با سطوح جایگزینی ۰، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ در صد (حجمی/ حجمی) آماده شد. مخلوط مذکور تا دمای ۴۳ °C- ۴۲ گرم شده و با آغازگر ماست آماده‌سازی شده طبق دستورالعمل شرکت سازنده تلقیح گردید. سپس آغازگر فعال شده پروبیوتیک به میزان ۱ درصد (حجمی/حجمی) تلقیح شد. سپس مخلوط حاصل در ظروف پلی‌اتیلنی ۱۰۰ گرمی ریخته شده و پس از درب بندی تا رسیدن به اسیدیته مناسب در دمای ۳۵-۴۵ °C در گرمخانه قرار گرفت. در نهایت نمونه‌ها به‌سرعت تا دمای ۴ °C سرد شده و به مدت ۲۱ روز در این دما نگهداری شدند. تمامی آزمون‌ها در سه تکرار انجام شدند.

آزمایش‌ها

اندازه‌گیری pH و اسیدیته

اندازه‌گیری pH با وارد کردن مستقیم الکترود دستگاه pH متر (مدل ۷۴۴، ساخت شرکت METROHM سوئیس) به داخل بافت ماست همگن شده صورت گرفت (استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲، ۱۳۸۵).

اندازه‌گیری اسیدیته به روش دورنیک با استفاده از سود $\frac{1}{9}$ نرمال انجام شد (کاتسیاری و همکاران ۲۰۰۲).

اندازه‌گیری ویسکوزیته

اندازه‌گیری ویسکوزیته با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد (مدل DVII+Pro، ساخت آمریکا) و اسپیندل شماره ۶۴، در سرعت ۲۰rpm و مدت زمان ۴۰ ثانیه انجام گرفت (دنین دجوردجوویک و همکاران ۲۰۰۲).

شمارش *Lactobacillus acidophilus LA-5*

کشت باکتری *Lactobacillus acidophilus LA-5* روی محیط کشت MRS- بایل آگار اسیدی به‌صورت پورپلیت، در داخل جار بی‌هوازی و با شرایط انکوباسیون ۷۲ ساعت در ۳۷ °C انجام شد (استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۳۲۵، ۱۳۷۱).

شمارش *Lactobacillus bulgaricus*

کشت باکتری *Lactobacillus bulgaricus* روی محیط کشت MRS آگار اسیدی به‌صورت پورپلیت، در داخل جار بی‌هوازی و با شرایط انکوباسیون ۷۲ ساعت در ۳۷ °C انجام شد (استاندارد ملی ایران شماره ۷۷۱۴، ۱۳۸۳).

شمارش *Streptococcus thermophilus*

کشت باکتری *Streptococcus thermophilus* روی محیط کشت M17 آگار به‌صورت پورپلیت، در داخل جار بی‌هوازی و با شرایط انکوباسیون ۴۸ ساعت در ۳۷ °C انجام شد (استاندارد ملی ایران شماره ۷۷۱۴، ۱۳۸۳).

شمارش کپک و مخمر و کلی‌فرم

کشت کپک و مخمرها روی محیط کشت YGC به‌صورت سطحی با شرایط انکوباسیون ۲۵ °C انجام شد (مارشال ۱۹۹۲).

کشت باکتری‌های کلی‌فرم روی محیط کشت VRBA به صورت پورپلیت با شرایط انکوباسیون ۲۴ ساعت در ۳۷ °C انجام شد (مارشال ۱۹۹۲).

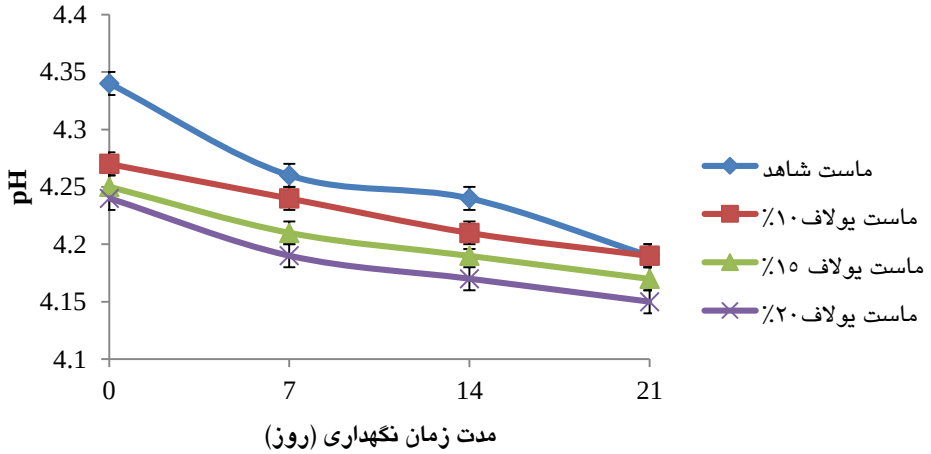
طرح آماری

این مطالعه در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۱۶,۰ تجزیه تحلیل شده و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده گردید. تمامی نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2010 رسم شدند.

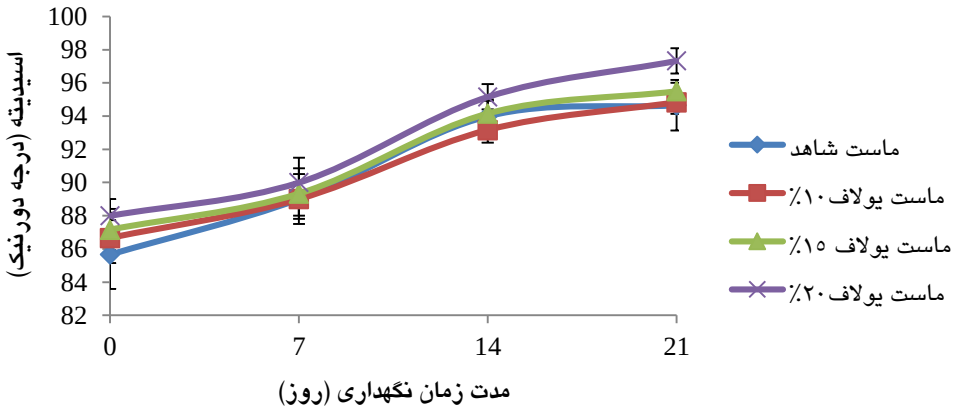
نتایج و بحث

pH و اسیدیته

شکل ۱ تغییرات میزان pH و شکل ۲ تغییرات اسیدیته را در مدت زمان ۲۱ روز نگهداری نمونه‌های ماست نشان می‌دهد. مطابق با شکل ۱ و ۲، اثر نوع تیمار و مدت زمان نگهداری روی تغییرات میزان pH و اسیدیته معنی‌دار است ($P<0/05$). مطابق شکل ۱ و ۲ در روز اول نگهداری ماست شاهد دارای بیشترین pH و کمترین اسیدیته و ماست حاوی ۲۰٪ شیر یولاف دارای کمترین pH و بیشترین اسیدیته می‌باشد. با افزایش درصد شیر یولاف pH نمونه‌ها کاهش و اسیدیته افزایش پیدا کرد. در طی ۲۱روز نگهداری، به دلیل تبدیل شدن لاکتوز به اسیدلاکتیک توسط باکتری‌های آغازگر ماست، در تمام نمونه‌ها به طور معنی‌داری pH کاهش و اسیدیته افزایش یافت. در تمام مدت ۲۱ روز نگهداری بیشترین pH و کمترین اسیدیته مربوط به ماست شاهد بود و ماست حاوی ۲۰٪ شیر یولاف نیز کمترین pH و بیشترین اسیدیته را داشت. این تأثیر به دلیل وجود تعداد زیاد باکتری‌های زنده در ماست‌های با درصد بیشتر شیر یولاف و درنتیجه تولید سریع اسیدلاکتیک در طی نگهداری می‌باشد (یگانه‌زاد و همکاران ۱۳۸۸ و یاسمنی فریمانی و همکاران ۱۳۸۸).



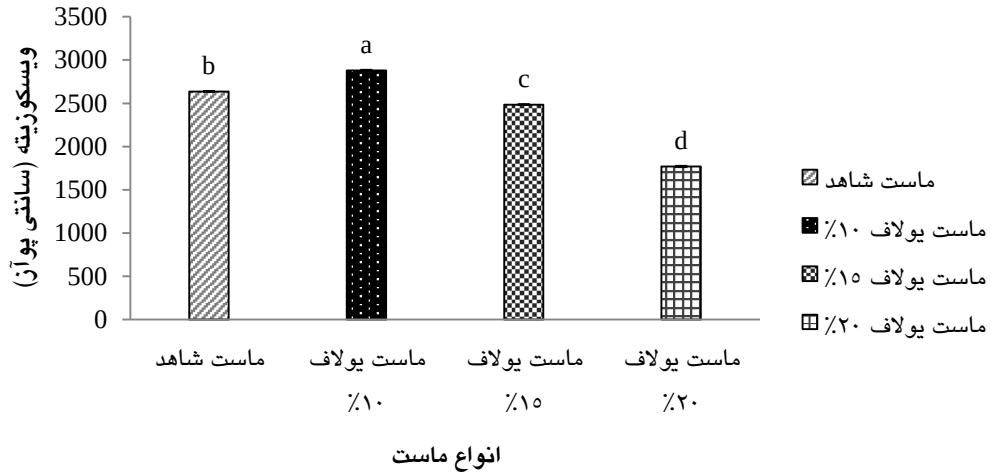
شکل ۱- تغییرات pH نمونه‌های ماست در طی مدت زمان نگهداری ۲۱ روز



شکل ۲- تغییرات اسیدیته نمونه‌های ماست در طی مدت زمان نگهداری ۲۱ روز (درجه دورنیک)

ویسکوزیته

شکل ۳ تغییرات میزان ویسکوزیته را در روز اول نگهداری نمونه‌های ماست نشان می‌دهد. مطابق شکل ۳ اثر نوع تیمار روی تغییرات ویسکوزیته معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). ماست حاوی ۱۰ درصد شیر یولاف دارای بیشترین ویسکوزیته و ماست حاوی ۲۰ درصد شیر یولاف دارای کمترین میزان ویسکوزیته بود. ویسکوزیته نمونه‌ها با افزایش درصد شیر یولاف کاهش پیدا کرد. این امر احتمالا به دلیل سست شدن ژل کازئینی در اثر جایگزینی شیر یولاف با شیر معمولی در ماست می‌باشد (یگانه‌زاد و همکاران ۱۳۸۸). از طرف دیگر، کاهش درصد ماده خشک ماست‌های حاوی ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد شیر یولاف با افزایش درصد شیر یولاف (داده‌ها آورده نشده) می‌تواند عامل موثر دیگر در کاهش ویسکوزیته نمونه‌ها باشد.



شکل ۳- مقایسه‌ی ویسکوزیته نمونه‌های مختلف ماست (سانتی‌پوآز)

شمارش *Lactobacillus acidophilus LA-5*

نتایج مقایسه میانگین نمونه‌های ماست حاکی از معنی‌دار بودن اثر نوع تیمار و مدت زمان نگهداری روی شمارش باکتری های *Lactobacillus acidophilus LA-5* بود (P<۰/۰۵). با توجه به جدول ۱ ملاحظه می‌شود که در روز ۱ نگهداری شمارش تعداد باکتری‌های *Lactobacillus acidophilus LA-5* در نمونه‌های ماست دارای تفاوت معنی‌داری بوده و کمترین شمارش مربوط به ماست شاهد (۹/۵٦ log CFU/ml) و بیشترین شمارش مربوط به ماست حاوی ۲۰ درصد شیر یولاف (۱۰/۰۳ log CFU/ml) بود. در طی دوره نگهداری تعداد باکتری‌های *Lactobacillus acidophilus LA-5* زنده در تمام نمونه‌های ماست با روندی کاهشی مواجه بوده و بیشترین میزان کاهش در ماست شاهد (log CFU/ml ٤/۷۷) و کمترین میزان کاهش در ماست حاوی ۲۰ درصد شیر یولاف (۸/۰۸ log CFU/ml) مشاهده شد.

از عوامل مؤثر در کاهش تعداد سلول‌های زنده *Lactobacillus acidophilus* می‌توان به افزایش اسیدیته، حساسیت به اکسیژن و متابولیت‌ها و باکتریوسین های تولید شده توسط باکتری های اسیدلاکتیک اشاره کرد (یاسمنی فریمانی و همکاران ۱۳۸۸).

جدول ۱ نشان می‌دهد که با افزایش در صد شیر یولاف در نمونه‌های ماست میزان زنده‌مانی باکتری-های *Lactobacillus acidophilus LA-5* نیز به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. گزارش شده است که یولاف حاوی مقادیر بالاتری از مواد معدنی نسبت به سایر غلات است. برخلاف بسیاری از غلات، یولاف حاوی

مقادیر بالای فیبر محلول (بتا گلوکان) می باشد که می‌تواند ازنظر فیزیولوژیکی اهمیت بالایی داشته باشد (فرولیچ و نیمان ۱۹۸۸). فیبرهای رژیمی یولاف شامل ۵۵٪ فیبر محلول و ٤٥٪ فیبر نامحلول می‌باشد که این فیبرهای محلول به نفع رشد باکتری‌های پروبیوتیک هستند (جانسون و همکاران ۱۹۹۳). با توجه به اینکه یولاف منبع غنی از فیبرهای محلول به ویژه بتاگلوکان و مواد معدنی می‌باشد به نظر می‌رسد که وجود این مواد در ماست‌های حاوی شیر یولاف و اثر پری‌بیوتیکی منجر به افزایش زنده‌مانی باکتری‌های *Lactobacillus acidophilus LA-5* می‌گردد. نتایج بکرز و همکاران (۲۰۰۱) نیز نشان دهنده زنده‌مانی بالای باکتری‌های *Lactobacillus acidophilus T20* در محصول ماست مانند حاوی مش یولاف بود که در تطابق با نتایج حاصل از این پژوهش می‌باشد.

برای دستیابی به اثرات درمانی، حداقل تعداد باکتری‌های پروبیوتیک در یک محصول پروبیوتیک باید CFU/ml ۱۰^{۶} باشد (کورمان و راسیک ۱۹۹۱). ماست‌های حاوی ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد شیر یولاف تا روز ۲۱ام دارای بیش از CFU/ml ۱۰^{۶} باکتری زنده اند بنابراین دارای اثرات درمانی ماست پروبیوتیک هستند اما تعداد لاکتوباسیل‌های زنده در ماست شاهد در روزهای ١٤ و ۲۱ کمتر از ۱۰^{۶} است و نمی‌تواند خواص درمانی پروبیوتیکی را نشان دهد.

یگانه‌زاد و همکاران (۱۳۸۸) و یاسمنی فریمانی و همکاران (۱۳۸۸)، نشان دادند با افزایش درصد شیر سویا در ماست زنده‌مانی *Lactobacillus acidophilus LA-5* افزایش می‌یابد و علاوه بر کاهش pH و افزایش اسیدیته عوامل دیگری نیز در زنده‌مانی باکتری‌های زنده در طی نگهداری ماست دخیل‌اند، الیگوساکاریدهای موجود در شیر سویا را یکی از دلایل بقای بیشتر این باکتری‌ها دانسته‌اند.

محمدی و همکاران (۱۳۸۸)، نشان دادند با افزایش درصد شیر سویا، قابلیت زیستی پروبیوتیک‌ها به دلیل حضور ترکیبات پری‌بیوتیکی سویا و کاهش فعالیت پروتئولیتیکی باکتری‌های آغازگر ماست، افزایش می‌یابد.

بااین‌حال، حفظ سطح بالایی از سلول‌های پروبیوتیک زنده کار ساده‌ای نبوده و به فاکتورهای مختلفی ازجمله: تنوع گونه، تجمع اسید، تعامل با استارتر، سطح اکسیژن محلول و هیدروژن پراکسید و شرایط ذخیره‌سازی بستگی دارد (الیزابث و همکاران ۲۰۱۱).

شمارش *Lactobacillus bulgaricus*

نتایج مقایسه میانگین نمونه‌های ماست حاکی از معنی‌دار بودن اثر نوع تیمار و مدت زمان نگهداری روی شمارش باکتری‌های *Lactobacillus bulgaricus* بود ($P<۰/۰۵$). با توجه به جدول ۱ ملاحظه می‌شود که در روز ۱ نگهداری شمارش تعداد باکتری‌های *Lactobacillus bulgaricus* ماست‌های حاوی شیر غلات بسیار نزدیک به هم بوده و ازنظر آماری تفاوت معنی‌داری باهم ندارند. مطابق با جدول ۱، در طی ۲۱ روز نگهداری، شمارش باکتری‌های *Lactobacillus bulgaricus* در تمام نمونه‌ها، به دلیل تبدیل لاکتوز به اسیدلاکتیک توسط باکتری‌های آغازگر ماست و کاهش pH، با روندی کاهشی مواجه است و کمترین کاهش در شمارش *Lactobacillus bulgaricus* مربوط به ماست شاهد (۷/٦۲ log CFU/ml) و بیشترین میزان کاهش مربوط به ماست یولاف ۱۰ و ۱۵ درصد (به ترتیب log CFU/ml ٦/٦٦ و ٦/۷٦) می‌باشد.

چی‌وانگ و همکاران (۲۰۰۲) نتیجه گرفتند که بین کاهش تعداد سلول‌ها و pH همبستگی وجود دارد و کاهش pH عامل اصلی در کاهش تعداد سلول‌ها می‌باشد.

جدول ۱ نشان می‌دهد که با افزایش در صد شیر یولاف در نمونه‌های ماست میزان زنده‌مانی باکتری‌های *Lactobacillus bulgaricus* نیز افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد که وجود فیبر در ماست‌های حاوی شیر یولاف و اثر پری‌بیوتیکی منجر به افزایش زنده‌مانی باکتری‌های *Lactobacillus bulgaricus* می گردد. علیرغم افزایش زنده مانی باکتری های *Lactobacillus*

bulgaricus با افزایش در صد شیر یولاف، در روزهای ۷، ۱٤ و ۲۱ تعداد باکتری‌های زنده در ماست‌های حاوی شیر یولاف کمتر از ماست شاهد بود.

شمارش *streptococcus thermophilus*

نتایج مقایسه میانگین نمونه‌های ماست حاکی از معنی‌دار بودن اثر نوع تیمار و مدت زمان نگهداری روی شمارش باکتری‌های *streptococcus thermophilus* بود (P<۰/۰۵). با توجه به جدول ۱ ملاحظه می‌شود که در روز ۱ نگهداری شمارش تعداد باکتری‌های *streptococcus thermophilus* در نمونه های مختلف باهم متفاوت بوده و کمترین شمارش در ماست شاهد (۹/۳۷ log CFU/ml) و بیشترین شمارش در ماست‌های حاوی شیر یولاف می‌باشد. در طی دوره نگهداری در تمام نمونه های ماست شمارش تعداد باکتری های *streptococcus thermophilus* به دلیل تبدیل لاکتوز به اسیدلاکتیک توسط باکتری‌های آغازگر ماست و کاهش pH در طی نگهداری، با روندی کاهشی مواجه بود و بیشترین میزان کاهش در ماست حاوی ۱۰ درصد شیر یولاف مشاهده می‌شود که شمارش تعداد باکتری‌های *streptococcus thermophilus* آن به log ۷/۷۳CFU/ml رسید. کمترین میزان کاهش در ماست حاوی ۲۰ درصد شیر یولاف مشاهده می‌شود که شمارش تعداد باکتری‌های *streptococcus thermophilus* آن به ۹/۲۱log CFU/ml رسید.

جدول ۱ نشان می‌دهد که با افزایش در صد شیر یولاف در نمونه‌های ماست میزان زنده‌مانی باکتری-های*streptococcus thermophilus* نیز افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد که وجود فیبرهای محلول در ماست‌های حاوی عصاره غلات و اثر پری‌بیوتیکی منجر به افزایش زنده‌مانی باکتری‌های *streptococcus thermophilus* می‌گردد. نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج ارائه شده توسط محمدی و همکاران (۱۳۹۱)، مطابقت داشت.

شمارش کپک و مخمر و کلی‌فرم

نتایج شمارش کپک و مخمر و کلی‌فرم در طول ۲۱ روز نگهداری نمونه‌های ماست نشان داد که تمامی محصولات عاری از کپک و مخمر و کلی‌فرم بودند.

جدول ۱- شمارش میکروارگانیسم‌ها در طول مدت زمان نگهداری ۲۱ روز (Log cfu/g)

ویژگی‌ها	نمونه‌ها	مدت زمان نگهداری (روز)			
		روز ۱	روز ۷	روز ۱٤	روز ۲۱
Lactobacillus acidophilus LA-5 **(log cfu/ml)**	ماست شاهد	۹/۵٦ ۰±/۰٦ ^{Ad}	٦/۳۸ ۰±/۱۳ ^{Bd}	۵/۳٦ ۰±/۰٦ ^{Cc}	٤/۷۷ ۰±/۰۸ ^{Dd}
	ماست یولاف ۱۰٪	۹/۷۸ ۰±/۰۷ ^{Ac}	۹/۱۲ ۰±/۰۸ ^{Bc}	۸/٤۷ ۰±/۱۳ ^{Cb}	۷/٤۷ ۰±/۱۳ ^{Dc}
	ماست یولاف ۱۵٪	۹/۹۰ ۰±/۰۵ ^{Ab}	۹/٤۵ ۰±/۱۳ ^{Bb}	۸/٦۱ ۰±/۰۷ ^{Cb}	۷/۸۳ ۰±/۰۵ ^{Db}
	ماست یولاف ۲۰٪	۱۰/۰۳ ۰±/۰٤ ^{Aa}	۹/۸۰ ۰±/۰٤ ^{Ba}	۸/۸۳ ۰±/۰٤ ^{Ca}	۸/۰۸ ۰±/۰٦ ^{Da}
Lactobacillus bulgaricus **(log cfu/ml)**	ماست شاهد	۹/۱۷ ۰±/۰۲ ^{Ab}	۹/۰۱ ۰±/۰۷ ^{Ba}	۸/۳۳ ۰±/۰۹ ^{Ca}	۷/٦۲ ۰±/۰۵ ^{Da}
	ماست یولاف ۱۰٪	۹/٦۱ ۰±/۰۵ ^{Aab}	۸/۸۷ ۰±/۰۸ ^{Bb}	۷/۵۳ ۰±/۱۰ ^{Cb}	٦/٦٦ ۰±/۰۹ ^{Dc}
	ماست یولاف ۱۵٪	۹/۵۵ ۰±/۰۸ ^{Aab}	۸/٤۰ ۰±/۰۵ ^{Bd}	۷/٤۳ ۰±/۰۷ ^{Cb}	٦/۷٦ ۰±/۰٦ ^{Dc}
	ماست یولاف ۲۰٪	۹/۸۱ ۰±/۰۷ ^{Aa}	۸/۵۷ ۰±/۰۸ ^{Bc}	۸/۲۳ ۰±/۱۱ ^{Ca}	۷/٤۳ ۰±/۰۸ ^{Db}
streptococcus thermophilus **(log cfu/ml)**	ماست شاهد	۹/۳۷ ۰±/۰۵ ^{Ab}	۹/۱۹ ۰±/۰٦ ^{Bc}	۸/۰±۷۸/۰٦ ^{Cb}	۸/۳۷ ۰±/۰۹ ^{Dc}
	ماست یولاف ۱۰٪	۱۰/۵۰ ۰±/۰۱ ^{Aa}	۹/۹۱ ۰±/۰۳ ^{Bb}	۸/۷٤ ۰±/۰٦ ^{Cb}	۷/۷۳ ۰±/۰۵ ^{Dd}
	ماست یولاف ۱۵٪	۱۰/۵۷ ۰±/۰۵ ^{Aa}	۱۰/۱۳ ۰±/۰٤ ^{Ba}	۹/۷۱ ۰±/۰۳ ^{Ca}	۸/۷٦ ۰±/۰۸ ^{Db}
	ماست یولاف ۲۰٪	۱۰/۵۱ ۰±/۰٦ ^{Aa}	۱۰/۱۱ ۰±/۰۳ ^{Ba}	۹/۸۳ ۰±/۰۹ ^{Ca}	۹/۲۱ ۰±/۰۳ ^{Da}

حروف انگلیسی بزرگ غیرمشابه در هر ردیف و حروف انگلیسی کوچک غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۹۵ درصد می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشـــان داد که جایگزینی شـــیر یولاف باعث کاهش معنی‌دار (P<۰/۰۵) pH و افزایش اســیدیته و زنده‌مانی باکتری‌هایی *Lactobacillus acidophilus LA-5* در ماست‌های حاوی شیر یولاف نسبت به ماست شـــاهد می‌گردد. به‌طورکلی در کلیه نمونه‌ها با گذشـــت زمان نگهداری، شـــمارش کلی باکتری‌های پروبیوتیک و آغازگر زنده و pH کاهش و اســـیدیته افزایش یافت. ماست حاوی ۲۰٪ شیر یولاف در تمام روزهای نگهداری بـیشـــتـرین مـقـدار زنـده‌مـانـی بـاکـتـری‌هـای پروبیوتیک *Lactobacillus acidophilus LA-5* را نشان داد. نتایج حاصل نشان داد با افزایش درصد شیر یولاف افزوده شـده ویسـکوزیته نمونه ها کاهش می‌یابد. از بین کلیه نمونه‌ها فقط ماست‌های حاوی ۱۰، ۱۵ و ۲۰ در صد شـــیر یولاف در پایان ۲۱ روز حداقل تعداد باکتری‌های زنده ($۱۰^{۶}$ CFU/ml) برای محصـولات پروبیوتیک، طبق اســـتاندارد FIL/IDF را دارا بودند. با توجه به اهمیت زنده‌مانی و حضـور باکتری‌های پروبیوتیک در تعداد بالا جهت دســـتیابی به خواص ســـلامتی بخش آن‌ها، ارزش تغذیه‌ای دانه یولاف و توجه فراوان به این دانه در تولید محصولات غذایی فراسودمند، می‌توان از یولاف به‌عنوان پری‌بیوتیک جهت تولید ماست و انواع نوشیدنی‌های لبنی و غیر لبنی پروبیوتیک استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

سـازمان اسـتاندارد و تحقیقات صـنعتی ایران، ۱۳۷۱. ماسـت پروبیوتیک- ویژگی‌ها و روش آزمون. اسـتاندارد ملی ایران شـماره ۱۱۳۲۵.

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۳. ماست – شناسایی میکروارگانیسم های پایه تولید کننده ماست – روش شمارش کلنی در ۳۷ درجه سلسیوس. استاندارد ملی ایران شماره ۷۷۱٤.

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۵. شیر و فرآورده‌های آن- تعیین اسیدیته و pH- روش آزمون. استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲.

محمدی ر، روزی طلب ا، شاه عباس‌پور ز و مرتضویان ا م، ۱۳۹۱، بررسی ویژگی‌های میکروبی، بیوشیمیایی و حسی ماست سویای پروبیوتیک، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۷، ۱۵۸-۱٤۹.

یاسمنی فریمانی ت، خمیری م و مظاهری تهرانی م، ۱۳۸۸، بررسی اثر شیر سویا بر بقای باکتری‌های *lactobacillus Acidophilus* در طی نگهداری نوشیدنی ماست پروبیوتیک، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱٦، ٤۲۹-٤۲۳.

یگانه‌زاد س، مظاهری‌تهرانی م، شـهیدی ف و زایرزاده ا، ۱۳۸۸، بررسـی اثر شـیر سـویا بر زنده ماندن باکتری‌های *لاکتوباسـیلوس اسـیدوفیلوس* و ویژگی‌های فیزیکی‌شـیمیایی و ارگانولپتیکی ماسـت پروبایوتیک، مجله‌ی علوم کشـاورزی و منابع طبیعی، ۱٦، ۱۷۳-۱٦۵.

Anderson JW and Bridges SR, 1993. Hypocholesterolemic effects of oat bran in humans. Pp. 139-157. In: Wood PJ (ed). Oat Bran. American Association of Cereal Chemists, St. Paul.

Angelov A, Gotcheva V, Kuncheva R and Hristozova T, 2006. Development of a new oat-based probiotic drink. International Journal of Food Microbiology 112: 75-80.

Bekers M, Marauska M, Laukevics J, Grube M, Vigants A, Karklina D, Skudra L and Viesturs U, 2001. Oats and fat-free milk based functional food product. Food biotechnology 15: 1-12.

Chieh Wang Y, Chui Yu R and Chun CC, 2002. Growth and survival of bifidobacteria and lactic acid bacteria during the fermentation and storage of cultured soymilk drinks. Food Microbiology 19: 501-508.

De Vuyst L, 1988. Growth kinetics and production of probiotic lactic acid bacteria strains: limitations and breakthroughs. Applied biotechnology 63: 1511-1518.

Denin Djurdjevic J, Macej O and Jovanovic S, 2002. Viscosity of set- style yogurt as influenced by heat treatment of milk and added demineralized whey powder. Journal of Agricultural Sciences 47: 45-56.

Elizabeth WN, Yeung M and Tong PS, 2011. Effects of yogurt starter cultures on survival of *Lactobacillus acidophilus*. International Journal of Food Microbiology 145: 169-175.

Fardet A, Rock E and Remesy C, 2008. Is the in vitro antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected in vivo? Journal of Cereal Science 48: 258–276.

Frølich W and Nyman M, 1988. Minerals, phytute and dietary fibre in different fractions of oat_ grain. Journal of cereal science 7: 73- 82.

Gallaher DD, 2000. Dietary fiber and its physiological effects. In: Schmidt M and Labuza TP (eds). Essentials of Functional Foods. Aspen Publishers Inc.

Hassan AA, Aly MM and El-Hadidie ST, 2012. Production of Cereal-Based Probiotic Beverages. World Applied Sciences Journal 19: 1367-1380.

Johansson ML, Molin G, Jeppsson B, Nobaek S, Ahrne S and Bengmark S, 1993. Administration of different lactobacillus strains in fermented oatmeal soup: in vivo colonization of human intestinal mucosa and effect on the indigenous flora. Applied Environmental Microbiology 59: 15–20.

Katsiari MC, Voutsinas LP and Kondyli E, 2002. Manufacture of yoghurt from stored frozen sheep's milk. Food Chemistry 77: 413-420.

Kurmann JA and Rasic JL, 1991. The health potential of products containing bifidobacteria. Pp. 117–158. In Robinson RK (ed). Therapeutic properties of fermented milks. Elsevier Applied Sciences, London.

Marshal RT, 1992. Standard methods for the examination of dairy products. (16th Edition). American public health Association.

Naidu AS, Bidlack WR and Clemens RA, 1999. Probiotic spectra of lactic acid bacteria (LAB). Critical Rew. International Journal of Food Science and Nutrition 38: 13-126.

Siro´ I, Ka´polna E, Ka´polna B and Lugasi A, 2008. Functional food. Product development, marketing and consumeracceptance—A review. Appetite 51: 456–467.

Stark A and Madar Z, 1994. Dietary fiber. Pp. 183-201. In: Goldberg I (ed). Functional foods: designer foods, pharmafoods, nutraceuticals. Chapman and Hall.

Vasudha S and Mishra HN, 2013. Non dairy probiotic beverages. International Food Research Journal 20: 7-15.

Wrick KL, 1993. Functional foods: cereal products at the food–drug interface. Cereal Foods World 38: 205–214.

Wrick KL, 1994. The potential role of functional foods in medicine and public health. Pp. 480-494. In: Goldberg I (ed). Functional Foods: Designer Foods, Pharmafoods, Nutraceuticals. Chapman and Hall.

Study of microbial and physicochemical properties of yogurt containing oat milk

S Forgani [1], SH Peighambardoust *[2], J Hesari [2] and R Rezai Mokarram [3]

Received: April 6, 2016 Accepted: October 10, 2017

[1]MSc Graduated, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[2]Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[3]Assistant Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[*]Corresponding author: email: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

Abstract

In recent years, due to their health benefits, probiotics are considered significantly. Keeping a large number of probiotic bacteria alive until the expiration date is necessary to provide health benefits. Oat, due to its soluble and insoluble fiber content and high fermentation ability by lactic bacteria, is considered significantly. The aim of this study was to investigate the effect of oat milk as a prebiotic, in production of functional yogurt as a new food product and study its microbial and physicochemical properties. In this study, the replacement of 0, 10, 15 and 20% (v/v) oat milk with low-fat milk (2.5%) was performed and its effect on the viability of *Lactobacillus acidophilus LA-5* and starter cultures bacteria (*Lactobacillus bulgaricus* and *streptococcus thermophilus*) and physicochemical properties of probiotic yogurt during 21 days of storage (days 1, 7, 14 and 21) was investigated. Results showed samples pH decreased with adding oat milk and acidity and viability of *Lactobacillus acidophilus LA-5* bacteria increased. Generally, in all of the samples during storage period, total count of probiotic bacteria and starter cultures and pH were reduced and acidity was increased. Results showed that samples viscosity decreases by increasing the percentage of oat milk in yogurt. Yogurt containing 20% oat milk showed highest viability of *lactobacillus acidophilus LA-5* during all days of storage.

Keywords: Oat, Probiotics, *Lactobacillus acidophilus LA-5*, Starter cultures