

مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir



مقاله علمی-پژوهشی

بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست هم‌زده سین‌بیوتیک نیم‌چرب حاوی گیاه پنیرک (Malva neglecta) و لاکتولوز

سارا مؤمن‌زاده^۱، حسین جوینده^۲، بهروز علیزاده ببهانی^۳، حسن بروزگر^۲

۱- کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

این پژوهش با هدف بررسی امکان تولید ماست فراسودمند هم‌زده نیم‌چرب حاوی گیاه پنیرک (*Malva neglecta*) و لاکتولوز (به عنوان ترکیب پری‌بیوتیکی) با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی قابل قبول انجام پذیرفت. جهت تولید ماست هم‌زده سین‌بیوتیک نیم‌چرب، از سویه‌ی پرو‌بیوتیکی لاکتوپاسیلوس فرمتموم SL163-4 جدا شده از غذای تخمیری آشکارده، گیاه پنیرک (در چهار سطح ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ درصد) و لاکتولوز (در سه سطح ۰، ۱ و ۲ درصد) استفاده گردید. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و خواص حسی محصول طی مدت ۲۱ روز نگهداری محصول در یخچال بررسی شد. براساس نتایج بدست آمده از آنالیز داده‌ها مشخص شد که با افزایش غلظت پنیرک، مقادیر pH افزایش و میزان اسیدیته کاهش یافت ($p < 0.05$). در حالی که با افزایش غلظت لاکتولوز و با گذشت زمان نگهداری، میزان pH نمونه‌ها کاهش و مقادیر اسیدیته افزایش یافت ($p < 0.05$). همچنین میزان سینرسیس نمونه‌ها با افزایش مقادیر پنیرک و لاکتولوز و همچنین با گذشت زمان نگهداری کاهش یافت ($p < 0.05$). براساس نتایج حسی نیز مشخص گردید که افزودن پنیرک تا سطح ۱۰ درصد سبب بهبود ویژگی‌های حسی طعم و پذیرش کلی (می‌گردد، اما افزودن لاکتولوز سبب کاهش ($p < 0.05$) این امتیازات می‌شود. به علاوه، اختلاف معنی‌داری از این نظر میان نمونه‌های حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد پنیرک و ۰ و ۱ درصد لاکتولوز مشاهده نشد. بنابراین با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق، استفاده از غلظت ۱۵ درصد پنیرک و یک درصد لاکتولوز جهت تولید ماست هم‌زده سودمند با خصوصیات کیفی قابل قبول پیشنهاد می‌شود.

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۸

کلمات کلیدی:

ماست هم‌زده،

گیاه پنیرک،

لاکتولوز،

خصوصیات فیزیکوشیمیایی،

ویژگی‌های حسی.

DOI: 10.52547/fsct.18.120.28

DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.31.3

* مسئول مکاتبات:

hosjooy@asnrukh.ac.ir

اما به دلیل سرعت جذب پایین می‌توان از آن در تولید محصولات غذایی دیابتی استفاده نمود. از دیگر ویژگی‌های لاكتولوز می‌توان به خواص عملکنندگی آن در فراورده‌های مختلف غذایی نظری بافت دهنگی، تثیت کنندگی، و حلالیت بالای آن در آب اشاره کرد [۷].

پنیرک^۱ شامل گروه گسترده‌ای از گیاهان گرم‌سیری و معتمد می‌باشد که متعلق به خانواده پنیرکان^۲ است. یکی از گونه‌های پنیرک موجود در ایران *Malva neglecta* است که از مشخصات این گونه می‌توان به برگ‌های مدور، گل‌های کوچک ب نفس رنگ و ساقه نیمه‌خوابیده به ارتفاع ۱۰ تا ۴۰ سانتی‌متر اشاره کرد. این گونه به صورت خودرو در بسیاری از نقاط ایران مانند فارس، اصفهان، خراسان رشد می‌کند [۸]. در ترکیه به عنوان غذا و داروی سنتی برای التیام زخم، درد عضلانی، سرطان، دیابت، ضعف عمومی به کار می‌رود. علاوه بر این، این سبزی دارای فعالیت آنتی‌اسیدانی بالایی است [۹ و ۱۰]. ترکیبات برگ این گیاه شامل تانن، فلاونوئیدها، قند گلوکز و همچنین حاوی ۸ درصد موسیلائز است که به قند‌های آرابینوز، رامنوز، گالاكتوز و گالاكتورونیک اسید هیدرولیز می‌شود [۱۰]. طیف سنجی FT-IR، تجزیه و تحلیل متیلاسیون نشان داد که صمغ پنیرک ساختاری مشابه صمغ عربی دارد [۱۱].

با توجه به آن‌که مصرف محصولات پرچرب منجمله محصولات لبنی سلامتی انسان را به مخاطره می‌اندازد، امروزه مصرف فراورده‌های با چربی کاهش یافته مورد توجه عموم مصرف‌کنندگان قرار گرفته است. در هر حال، مهمترین مشکل در ارتباط با تولید این محصولات، کاهش کیفیت بافت و طعم آن در مقایسه با نمونه‌های مشابه پرچرب است [۱۲]. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف بررسی امکان بهبود خواص فیزیکوшیمیایی و حسی ماست نیم‌چرب پریوپوتیک با استفاده از مقادیر مختلف پنیرک و لاكتولوز انجام پذیرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد مورد نیاز

1. *Malva*
2. Malvaceae

۱- مقدمه

محصولات عملکرنا مبتنی بر لبنيات باعث بهبود عملکرد سیستم ایمنی بدن می‌شوند. اين محصولات دارای اثرات ضد میکروبی، کاهش خطر سرطان و محافظت در برابر آسیب رادیکال‌های آزاد به دليل خاصیت آنتی‌اسیدانی هستند. در سال‌های اخیر، تولید و مصرف محصولات لبني عملکرنا بسیار مورد توجه قرار گرفته است؛ چرا که این محصولات حاوی ترکیبات بالرزشی نظیر پیتیدهای فعال زیستی، فیبر غذایی، فلاونوئیدها، کاروتوئیدها، اسیدهای لینوئیک مزدوج، آنتی‌اسیدانها، الیکوساکاریدها، اسیدهای آلی، کلسمیم و پروپوپوتیک‌ها هستند [۱ و ۲]. ماست محبوب‌ترین محصول تخمیری لبني است که به عنوان مهمترین محصول تجاری پروپوپوتیک در دنیا تولید و به بازار عرضه می‌شود [۳]. مطالعات مختلفی برای توسعه فرمولاسیون‌های جدید و افزایش خواص عملکردی ماست انجام شده است [۴].

پروپوپوتیک‌ها و ترکیبات پری‌پوتیک مختلف، ترکیبات آنتی‌اسیدانی مانند اسیدهای چرب امگا^۳، ویتامین‌ها، مواد معدنی، پلی‌فنول‌ها و کاروتوئیدها، فیبرهای غذایی و ترکیبات مختلف زیست فعال به طور گسترده‌ای برای بهبود خواص تغذیه‌ای و عملکردی ماست استفاده می‌شود. همچنین می‌توان از انواع میوه و سبزی، گیاهان دارویی معطر و فراورده‌های زنبور عسل در تولید فرمولاسیون‌های ماست عملکرنا استفاده نمود.

لاكتولوز یک کربوهیدرات مشتق شده از لاكتوز است که دارای ساختمان مولکولی (بتا ۱ به ۴ گالاكتوپیرانوزیل-فرموکتوفورانوز) با جرم مولی ۳۴۲۳۰ گرم در مول می‌باشد. لاكتولوز پودری سفید رنگ، کریستالی شکل، بی‌بو و دارای مزه شیرین است. نقطه ذوب آن ۱۶۹ درجه سانتی‌گراد است [۵]. لاكتولوز را می‌توان با استفاده از روش‌های شیمیایی یا آنزیمی تولید کرد. در سال‌های اخیر، لاكتولوز به دلیل استفاده گسترده در زمینه‌های غذایی، صنایع دارویی و بخش‌های خوراک دام مورد توجه خاص قرار گرفته است. لاكتولوز در درمان بیوست مزمن، آنسفالوپاتی کبدی و هایپرآمونی کاربرد دارد. به عنوان یک کربوهیدرات پرپوپوتیک، می‌تواند باعث رشد برخی از باکتری‌های محرک سلامتی در دستگاه گوارش مانند بیفیدوباکتریوم و لاكتوباسیل شود [۶]. هرچند شیرینی این قند حدود ۶۰ تا ۸۰ درصد ساکارز می‌باشد،

بakterی) با شیر مخلوط شدند. سپس نمونه‌ها در دمای $42/5 \pm 0/5$ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور قرار داده شدند تا به $4/6$ کاهش یابد. پس از تخمیر، تیمارهای ماست به یخچال با دمای 4 درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. روز بعد پنیرک در چهار سطح وزنی/وزنی ($0, 5, 10$ و 15 درصد) به نمونه‌های ماست اضافه گردید. تیمارها در ظروف صد گرمی بسته بندی شدند و خصوصیات فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی نمونه‌های ماست طی مدت 21 روز نگهداری در یخچال ($1, 7, 14$ و 21 روز) بررسی شد [۱۴]. لازم به ذکر است مقادیر ژلاتین، نشاء و شیر خشک و سطوح لاکتولوز و پنیرک مورد استفاده در این تحقیق پس از انجام آزمون‌های مقداری و بررسی ویژگی‌های بافت و طعم محصول تعیین شدند.

۲-۳-۲-۱- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی و حسی

۲-۲-۱- اندازه‌گیری pH و اسیدیته

pH و اسیدیته با استفاده از روش AOAC (۲۰۰۰) اندازه‌گیری pH نمونه‌های ماست با استفاده از دستگاه pH متر گردید. pH نمونه‌های ماست با استفاده از دستگاه Metrohm (مدل ۸۲۷ ساخت سوئیس) با قرار دادن الکترود در نمونه‌ها در دمای اتاق اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری اسیدیته نمونه‌های ماست، در یک بشر 9 گرم از نمونه ماست تووزن شد و با 9 سی سی آب مقطر رقیق گردید. پس از افزودن 2 تا 3 قطره فل فتالین، مخلوط حاصل با هیدروکسید سدیم $0/1$ نرمال تیتر گردید. تیتراسیون با ظهور رنگ صورتی متوقف شد و مقدار هیدروکسید سدیم مصرفی یادداشت و با استفاده از فرمول زیر درصد اسیدیته ماست بر حسب اسید لاکتیک محاسبه شد [۱۵].

$$N = \frac{100/M}{0.009 \times 0.009} \times 100 = \text{درصد اسیدیته}$$

$$N = \frac{\text{حجم سود } 0/1 \text{ نرمال مصرف شده بر حسب میلی لیتر}}{\text{وزن نمونه ماست}}$$

۲-۳-۲-۲- اندازه‌گیری سینرسیس

به منظور اندازه‌گیری میزان سینرسیس در نمونه‌های ماست، 5 گرم نمونه با دور 2500 rpm به مدت 10 دقیقه توسط دستگاه سانتریفیوژ یخچالدار (Eppendorf، مدل R ۵۸۰۴، ساخت آلمان) سانتریفیوژ گردید. مایع شفاف رویی جدا و وزن آن

این پژوهش در سال ۱۳۹۸ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان (آزمایشگاه گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی) انجام شد. به منظور انجام این پژوهش، گیاه پنیرک از بازار محلی هواز خریداری شد. پس از شستشو و خشک شدن، پنیرک با چاقو کاملاً خرد گردید. سپس به مدت بیست دقیقه بخارپز شد. شیر نیم چرب ($2/5$ درصد) از شرکت پگاه، کشت آغازگر YF-۸۱۱ (L) از نوع DVS تولید شرکت کریستین هانسن دانمارک و لاکتووز از شرکت سیگما تهیه گردید. در این پژوهش از سویه لاکتوپاسیلوس فرمتووم SL163-4 جدا شده از غذای تخمیری آشکارده که خواص پروبیوتیکی آن ثابت شده بود [۱۳] استفاده گردید.

۲-۲- روش‌ها

۲-۱- روش آماده‌سازی باکتری‌های پروبیوتیک

ابتدا استوک حاوی لاکتوپاسیلوس فرمتووم، تحت شرایط استریل به محیط آم-آر-اس براحت استریل اضافه گردید و مخلوط شد. سپس در جار بی‌هوایی در دمای 37 درجه سانتی‌گراد انکوبه گردید. بعد از 48 ساعت، 25 سی سی از سوسپانسیون میکروبی به لوله‌های فالکون استریل با حجم 50 سی سی منتقل گردید. لوله‌های حاوی سوسپانسیون باکتریایی توسط سانتریفیوژ یخچالدار در دمای 4 درجه سانتی‌گراد با 9 هزار دور در دقیقه به مدت 5 دقیقه سانتریفیوژ شدند و مایع رویی دور ریخته شد. به منظور حذف کامل محیط کشت، رسوب باکتری توسط محلول بافر فسفات استریل، شستشو و دوباره محتويات فالکون سانتریفیوژ گردید و مایع رویی دور ریخته شد. تعداد باکتری‌های پروبیوتیک فالکون‌ها از طریق استاندارد نیم مک فارلن دل تعیین و به مقدار لازم به شیر اضافه شد [۳].

۲-۲- روش تولید ماست

در این مطالعه 12 نمونه ماست تولید شد. برای تولید ماست سینرسیک، ابتدا مخلوط پودر ژلاتین ($0/35$ درصد)، نشاء و 2 درصد) و شیر خشک (2 درصد) و لاکتووز (سطح $1, 0$) و 2 درصد) به شیر اضافه گردید و به مدت 10 دقیقه در دمای 90 درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. سپس شیر تا دمای 45 درجه سانتی‌گراد خنک شد و استارت ماست به میزان $0/05$ درصد و باکتری پروبیوتیک لاکتوپاسیلوس فرمتووم (با مقدار تلقیح 10^9

همان طور که در جدول ۱ می‌توان مشاهده نمود، با افزایش غلظت پنیرک، میزان pH نمونه‌های ماست به طور معنی‌داری افزایش و میزان اسیدیته نمونه‌ها کاهش یافت. در مطابقت با نتایج این پژوهش، اونال و همکاران (۲۰۰۳) و مودگیل و همکاران (۲۰۱۶) افزایش pH و کاهش اسیدیته را در هنگام به کارگیری صمغ‌ها گیاهی در فرمولاسیون ماست طعم‌دار گزارش نمودند [۲۰ و ۲۱]. جوینده و همکاران (۲۰۲۰) نیز گزارش کردند که با افزایش میزان pH پوره‌ی بادمجان در فرمولاسیون ماست هم‌زده‌ی پروبیوتیک، pH و اسیدیته محصول به ترتیب افزایش و کاهش معنی‌داری ($p < 0.05$) می‌یابد [۴]. پراموالکیجا و همکاران (۲۰۱۶) نیز افزایش میزان pH سالمی را در هنگام افزودن صمغ پنیرک نسبت به نمونه شاهد گزارش کردند [۲۲]. بر خلاف نتایج به دست آمده از این تحقیق، نیاما و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که افزودن صمغ عربی به ماست، باعث افزایش اسیدیته و کاهش pH نمونه‌ها شد [۲۳]. علت افزایش میزان pH و کاهش اسیدیته نمونه‌های ماست با افزایش غلظت پنیرک را می‌توان به کاهش فعالیت باکتری‌های اسید لاتکتیک و کاهش تولید اسید به دلیل ترکیبات ضدیکروبی موجود در عصاره گیاهان [۲ و ۲۴] و بالاتر آن‌ها نسبت به ماست [۴] نسبت داد. مطابق نتایج حاصل از این تحقیق، نمونه حاوی دو درصد لاکتولوز و فاقد پنیرک دارای کمترین میزان pH و بیشترین اسیدیته و نمونه حاوی ۱۵ درصد پنیرک و بدون لاکتولوز دارای بیشترین میزان pH و کمترین مقدار اسیدیته بود (جدول ۱).

همچنین، مطابق جدول ۱، با افزایش زمان نگهداری، میزان pH کاهش و اسیدیته نمونه‌ها افزایش معنی‌داری یافت. اولقا و همکاران (۲۰۱۹) در ماست‌های حاوی لاکتولوز و جوینده و همکاران (۲۰۲۰) نیز در ماست‌های حاوی پوره‌ی بادمجان کاهش pH و افزایش اسیدیته را به ترتیب طی ۲۸ و ۱۴ روز نگهداری در یخچال مشاهده کردند [۲۵ و ۴]. این موضوع را می‌توان به فعالیت باکتری‌های استارتر و پروبیوتیک در ماست و تولید اسید لاتکتیک توسط این باکتری‌ها در طی زمان نگهداری نسبت داد [۲۶].

اندازه‌گیری شد. میزان سینرسیس نمونه‌ها طبق فرمول زیر و بر حسب درصد گزارش شدند [۱۶].

$$100 \times (\text{وزن اولیه نمونه} / \text{وزن سرم جدا شده}) = \text{درصد آب اندازی}$$

۲-۳-۳-آزمون حسی

ارزیابی ویژگی‌های حسی شامل طعم، بافت، رنگ، رایحه و پذیرش کلی نمونه‌های ماست با استفاده از آزمون حسی هدونیک ۹ نقطه‌ای توسط ۱۰ ارزیاب در مدت ۲۱ روز نگهداری در دمای ۴ درجه‌ای سانتی‌گراد انجام پذیرفت. نمونه‌های ماست به صورت تصادفی کدگذاری و در اختیار ارزیاب‌ها قرار گرفتند. برای مقایسه نمونه‌ها از میانگین امتیازات برای هر یک از صفات استفاده شد [۱۷].

۲-۴-تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق با توجه به دو متغیر مقدار پنیرک (در ۴ سطح) و مقدار لاکتولوز (در ۳ سطح) تعداد ۱۲ تیمار تولید گردید. تمامی تیمارها طی مدت زمان نگهداری (۴ سطح) مورد ارزیابی قرار گرفتند. بنابراین در این تحقیق، تعداد ۴۸ نمونه در ۳ تکرار تولید شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در قالب آزمون فاکتوریل و طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شد.

۳-نتایج و بحث

۱-۳-pH و اسیدیته نمونه‌های ماست

بر اساس نتایج آنالیز داده‌ها (جدول ۱)، اختلاف معنی‌داری از نظر pH و اسیدیته بین نمونه‌های مختلف مشخص گردید؛ به طوری که با افزایش غلظت لاکتولوز، میزان pH نمونه‌های ماست در سطح معنی‌دار کاهش و اسیدیته آن‌ها به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. کاهش pH و افزایش میزان اسیدیته در اثر افزودن لاکتولوز را می‌توان به افزایش رشد و زنده‌مانی باکتری‌های موجود در ماست به سبب اثر پری‌بیوتیکی آن نسبت داد [۷]. نتایج اویلوبیرا و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که افزودن لاکتولوز به شیر تخمیر شده، باعث افزایش معنی‌دار در اسیدیته و کاهش pH می‌گردد [۱۸]. برخلاف این نتایج، اوزر و همکاران (۲۰۰۵) اختلاف معنی‌داری از نظر مقادیر pH و اسیدیته بین نمونه‌های ماست شاهد و تیمار شده با لاکتولوز مشاهده نکردند [۱۹].

Table 1 Effect of lactulose and Panirak levels on pH and acidity of half-fat symbiotic stirred yoghurt samples during 21 days cold storage period

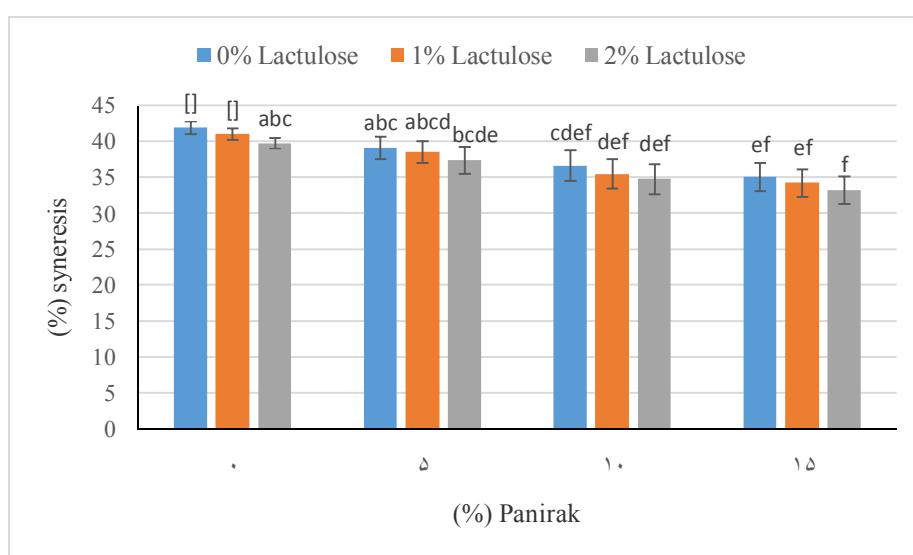
Parameter	Panirak	Lactulose	Storage days			
			21	7	14	1
pH	0	0	4.62±0.04 ^{ABCa}	4.40±0.01 ^{ABCb}	4.35±0.15 ^{ABCb}	4.29±0.05 ^{BCD^b}
		1	4.60±0.03 ^{BCa}	4.38±0.00 ^{BCb}	4.31±0.01 ^{BCc}	4.25±0.25 ^{CDd}
		2	4.57±0.03 ^{Ca}	4.35±0.05 ^{Cb}	4.29±0.01 ^{Cbc}	4.22±0.05 ^{Dc}
	5	0	4.64±0.02 ^{ABa}	4.43±0.08 ^{ABCb}	4.37±0.00 ^{ABCb}	4.33±0.09 ^{ABCD^b}
		1	4.61±0.02 ^{ABCa}	4.40±0.05 ^{ABCb}	4.36±0.01 ^{ABCbc}	4.31±0.03 ^{ABCDc}
		2	4.61±0.05 ^{ABCa}	4.38±0.11 ^{BCb}	4.33±0.03 ^{BCb}	4.29±0.07 ^{BCDb}
	10	0	4.65±0.01 ^{ABa}	4.51±0.05 ^{ABb}	4.40±0.00 ^{ABCc}	4.37±0.02 ^{ABc}
		1	4.65±0.02 ^{ABa}	4.41±0.06 ^{ABCb}	4.38±0.07 ^{ABCb}	4.35±0.02 ^{ABCb}
		2	4.64±0.06 ^{ABa}	4.38±0.11 ^{BCb}	4.37±0.09 ^{ABCb}	4.30±0.05 ^{ABCD^b}
	15	0	4.67±0.03 ^{Aa}	4.53±0.13 ^{Ab}	4.46±0.03 ^{Ab}	4.41±0.02 ^{Ab}
		1	4.66±0.01 ^{ABa}	4.48±0.08 ^{ABCb}	4.43±0.11 ^{ABb}	4.37±0.07 ^{ABb}
		2	4.66±0.05 ^{ABa}	4.41±0.06 ^{ABCb}	4.39±0.03 ^{ABCb}	4.32±0.12 ^{ABCD^b}
Acidity (% lactic acid)	0	0	1.07±0.02 ^{BCD^b}	1.18±0.08 ^{ABCab}	1.25±0.07 ^{ABCDa}	1.30±0.11 ^{ABa}
		1	1.12±0.03 ^{ABC}	1.20±0.06 ^{ABbc}	1.30±0.05 ^{ABab}	1.35±0.09 ^{ABa}
		2	1.15±0.01 ^{Ad}	1.22±0.02 ^{Ac}	1.32±0.02 ^{Ab}	1.37±0.01 ^{Aa}
	5	0	0.99±0.04 ^{EFGc}	1.15±0.01 ^{ABCD^b}	1.21±0.00 ^{ABCDab}	1.27±0.07 ^{ABa}
		1	1.05±0.02 ^{CDEb}	1.18±0.13 ^{ABCab}	1.28±0.11 ^{ABa}	1.33±0.03 ^{ABa}
		2	1.10±0.05 ^{ABCc}	1.20±0.03 ^{ABb}	1.31±0.04 ^{ABa}	1.35±0.02 ^{ABa}
	10	0	0.95±0.02 ^{GHC}	1.08±0.05 ^{ABCD^b}	1.17±0.01 ^{CDEab}	1.24±0.08 ^{ABa}
		1	1.02±0.03 ^{DEFb}	1.10±0.09 ^{ABCD^b}	1.26±0.04 ^{ABCa}	1.29±0.01 ^{ABa}
		2	1.05±0.01 ^{CDEb}	1.13±0.05 ^{ABCD^b}	1.29±0.04 ^{ABa}	1.33±0.07 ^{ABa}
	15	0	0.92±0.01 ^{Hb}	1.03±0.11 ^{Dab}	1.09±0.04 ^{Eab}	1.21±0.15 ^{Ba}
		1	0.97±0.08 ^{FHGc}	1.04±0.05 ^{CDbc}	1.15±0.00 ^{DEab}	1.26±0.09 ^{ABa}
		2	1.05±0.01 ^{CDEb}	1.07±0.12 ^{BCD^b}	1.20±0.11 ^{BCDab}	1.30±0.07 ^{ABa}

Different lower case letters in each row (storage days) and different capital letters in each column (treatments) indicate a significant difference at 95% level.

نتایج آنالیز میانگین سینرسیس تیمارها بیانگر اختلاف معنی دار

۲-۳- سینرسیس نمونه های ماست

بین ماست های سین بیوتیک بود (شکل ۱).

**Fig 1** Effect of addition of lactulose and Panirak on syneresis of half-fat symbiotic stirred yogurt samples

کاهش پیدا کرد. کاهش میزان سینرسیس ماست‌های غنی شده با صمغ گیاهی مختلف در طی زمان نگهداری توسط حسن و همکاران (۲۰۱۵) و قاسمپور و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش شده است. علت کاهش میزان سینرسیس با گذشت زمان می‌تواند به دلیل تعداد و قدرت بیشتر پیوندهای بین اجزاء تشکیل دهنده ساختار ژل در دماهای پایین باشد [۳۲ و ۳۳].

۳-۳- ویژگی‌های حسی

نتایج آماری (شکل ۲)، بیانگر کاهش امتیاز طعم و پذیرش کلی با افزایش درصد لاکتولوز بود. افزودن پنیرک نیز تا سطح ۱۰ درصد سبب افزایش امتیاز طعم گردید؛ اما با افزایش درصد پنیرک امتیاز طعم و پذیرش کلی تا حدودی کاهش یافت ($p > 0.05$). همچنین دو متغیر لاکتولوز و پنیرک تأثیر معنی داری بر امتیازات رنگ، رایحه و بافت نداشتند (نمودارها نشان داده شده‌اند). کاهش امتیاز طعم و پذیرش کلی هنگام افزایش غلظت لاکتولوز احتمالاً به دلیل شیرین‌تر شدن نمونه‌های ماست است. در هر حال همان‌طور که در شکل ۲ می‌توان مشاهده نمود، اختلاف معنی داری از این نظر میان اکثر نمونه‌های ماست همزده حاوی لاکتولوز و پنیرک مشاهده نشد. بنابراین با توجه به نتایج پذیرش کلی و سینرسیس و نیز براساس خواص دارویی و پری‌بیوتیکی این دو ترکیب، بالاترین سطوح ممکن (نمونه‌ی حاوی ۱ درصد لاکتولوز و ۱۵ درصد پنیرک) به عنوان بهترین نمونه مشخص گردید.

کاهش سینرسیس نمونه‌ها با افزایش غلظت لاکتولوز می‌تواند به نقش مؤثر پری‌بیوتیک‌ها در افزایش ظرفیت نگهداری آب در بافت مرتبط باشد. همچنین با افزایش ماده‌ی خشک، سینرسیس کاهش پیدا می‌کند [۱۴ و ۲۶]. کاهش معنی دار میزان سینرسیس در اثر افزودن غلظت‌های مختلف لاکتولوز در ماست توسط اولغا و همکاران (۲۰۱۹) و بن‌موسی و همکاران (۲۰۱۹) مشاهده شده است [۲۵ و ۲۷]. دلایل مختلفی را می‌توان برای کاهش سینرسیس ماست در نتیجه افزودن پنیرک بیان کرد. افزایش بار میسل‌های کازئین درنتیجه‌ی افزایش pH ماست و دفع پروتئین‌ها و همچنین توانایی صمغ پنیرک در جذب مقدار بالای آب از مهترین این دلایلند [۲۲]. جوینده و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی در مورد اثر افزودن پوره‌ی بادمجان در ماست، کیم و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی اثر افزودن صمغ دانه ریحان، و ماگو و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه تأثیر افزودن غلظت‌های مختلف صمغ عربی، کاهش سینرسیس را در محصول گزارش کردند [۴ و ۲۸ و ۲۹]. فیمولسیریپول و همکاران (۲۰۱۱) و سامبوپانیاکول و همکاران (۲۰۰۷) نیز به نتایج مشابهی در هنگام افزودن صمغ پنیرک به محصولات غذایی دست یافتند [۱۱ و ۳۰]. کاهش سینرزیس و بهبود قابلیت نگهداری آب توسط شبکه سه‌بعدی کازئین با استفاده از ترکیبات دیگری نظیر پروتئین‌های آب پنیر در سایر محصولات لبنی نظیر پنیر گزارش شده است [۳۱]. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که سینرسیس نمونه‌های ماست با گذشت زمان نگهداری در سطح معنی داری

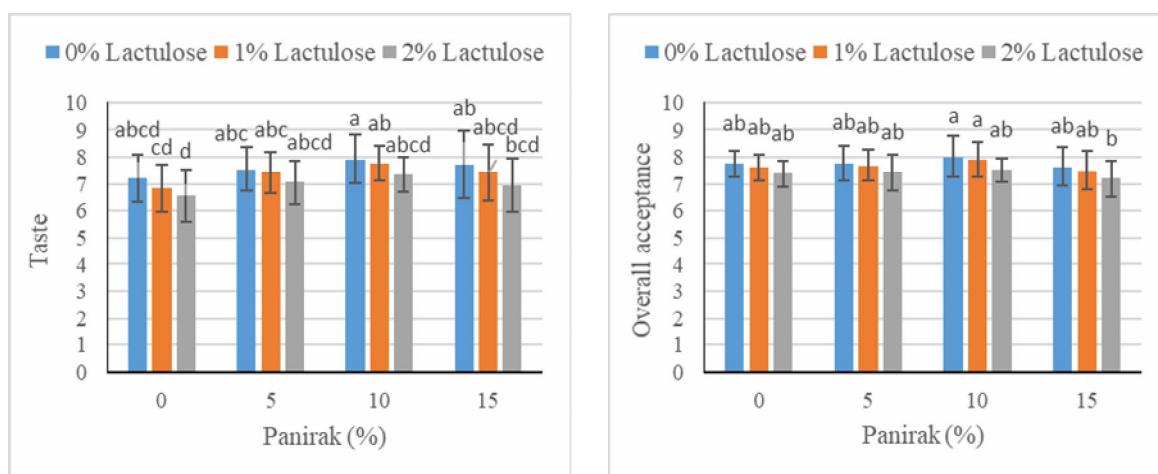


Fig 2 Effect of addition of lactulose and Panirak on taste and overall acceptance of half-fat symbiotic stirred yoghurt samples

و همکاران (۲۰۱۸) مطابق با نتایج این تحقیق گزارش کردند که افزایش غلظت لاکتولوز از یک سطح معین باعث کاهش معنی دار طعم و پذیرش کلی ماست می گردد [۳۹]. در هر حال برخلاف نتایج این تحقیق، بن موسی و همکاران (۲۰۱۹) بهبود قابل توجه مقبولیت محصول را هنگام استفاده از غلظت های بالاتر لاکتولوز گزارش کردند که دلیل آن تمایل کشورهای غربی به ماستی با طعم شیرین می باشد [۳۷].

مقایسه میانگین اثر متقابل لاکتولوز و پنیرک با زمان نگهداری بر پذیرش کلی محصول نشان داد که امتیاز همه نمونه های مورد مطالعه با گذشت زمان به طور معنی داری کاهش یافت (شکل ۳). کاهش ویژگی های حسی (طعم، رنگ، رایحه، بافت و پذیرش کلی) ماست با گذشت زمان نگهداری توسط بسیاری از محققین گزارش شده است [۴، ۱۴، ۱۷ و ۲۶].

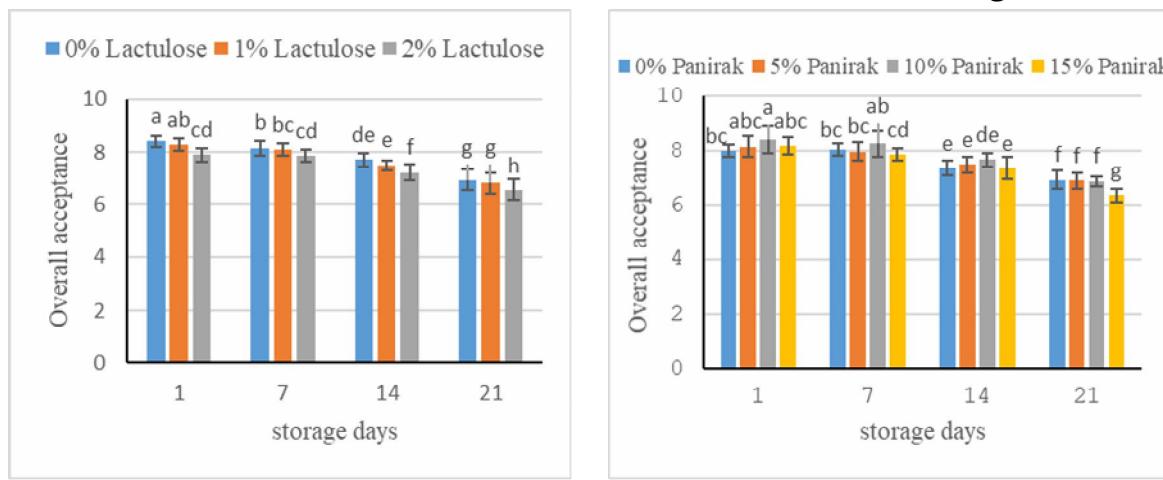


Fig 3 Effect of lactulose and Panirak on the overall acceptance of half-fat synbiotic stirred yoghurt during the storage period

لاکتولوز (به عنوان ترکیب پری بیوتیک) با ویژگی های فیزیکو شیمیایی و حسی قابل قبول بود. این پژوهش نشان داد که استفاده از پنیرک و لاکتولوز در ماست می تواند تأثیر مثبتی در تشکیل شبکه ژلی داشته باشد. در نتیجه، در غلظت مناسب باعث کاهش سینرسیس و بهبود خصوصیات حسی می شود. هرچند از نظر ارزیاب ها نمونه حاوی ۱۰ درصد پنیرک و ۱ درصد لاکتولوز به عنوان بهترین نمونه از لحاظ خواص حسی تشخیص داده شد، اما با توجه به خواص سلامت بخش دو ماده هی پنیرک و لاکتولوز و نیز عدم وجود اختلاف معنی دار، نمونه حاوی ۱۵ درصد

جوینده و همکاران (۲۰۲۰) نیز در نتایج مشابه، بهبود ویژگی های حسی ماست پری بیوتیک را با افزودن ۳۰ درصد پوره بادمجان به محصول گزارش کردند [۴]. طالب و همکاران (۲۰۱۸)، لی و چانگ (۲۰۱۶) و رضایی و همکاران (۲۰۱۱)، نشان داد که با افزایش پودر پنیرک به نان، خواص حسی از جمله رنگ، بو، بافت و طعم نمونه ها کاهش پیدا کرد و بالاترین امتیاز به نان های حاوی ۳ درصد پوره پنیرک اختصاص یافت [۳۷]. سامبوپانیاکول و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی مایه خمیر گوشت بوقلمون و فیمولسیریپول و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی در مورد قابلیت هضم پذیری و شاخص گلایسمی نان، بهبود خواص حسی را با به کار گیری صمغ پنیرک گزارش نمودند [۳۰ و ۳۸]. حیدری

۴- نتیجه گیری

امروزه به دلیل خواص سلامت بخش محصولات کم چرب و بهویژه عملگرای استقبال کم نظری از آن ها می شود. در هر حال، یکی از مشکلات پیش روی محصولات کم چرب یا با چربی کاهش یافته، کیفیت پایین تر طعم و بافت آن ها در مقایسه با نمونه های پر چرب آن می باشد. بنابراین، هدف از این پژوهش، بررسی امکان تولید ماست نیم چرب هم زده سین بیوتیک سودمند حاوی باکتری پری بیوتیک لاکتو بیاسیلوس فرمنتوم و گیاه پنیرک و

- grade delivery system. *Trends in Food Science & Technology*, 80: 23-34.
- [8] Hassanpour Amniah, A., Jooyandeh, H., Nasehi, B. and Hojjati, M. 2018. Investigation on Physicochemical and Rheological Properties of Malva Leaves Gum (*Malva Neglecta*). *Journal of Food Technology and Nutrition*, 15(2): 19-30 [In Persian].
- [9] Dalar, A., Türker, M. and Konczak, I. 2012. Antioxidant capacity and phenolic constituents of *Malva neglecta* Wallr. and *Plantago lanceolata* L. from Eastern Anatolia Region of Turkey. *Journal of herbal medicine*, 2(2): 42-51.
- [10] Jooyandeh, H. and Samavati, V. 2017. Extraction of crude extract from *Malva neglecta* leaves and evaluation of its free radical scavenging activities. *Iranian Journal Food Science and Technology Research*, 13(1): 167-179.
- [11] Phimolsiripol, Y., Siripatrawan, U. and Henry, C.J.K. 2011. Pasting behaviour, textural properties and freeze-thaw stability of wheat flour-crude malva nut (*Scaphium scaphigerum*) gum system. *Journal of Food Engineering*, 105(3): 557-562.
- [12] Jooyandeh, H., Goudarzi, M., Rostamabadi, H., and Hojjati, M. 2017. Effect of Persian and almond gums as fat replacers on the physicochemical, rheological, and microstructural attributes of low-fat Iranian White cheese. *Food Science & Nutrition*, 5: 669-677.
- [13] Momenzadeh, S., Jooyandeh, H., Alizadeh Behbahani, B., and Barzegar H. 2021. Evaluation of probiotic and antibacterial properties of *Lactobacillus fermentum* SL163-4. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 17(2): 233-242.
- [14] Jooyandeh, H., Mortazavi, S.A., Farhang, P. and Samavati, V. 2015. Physicochemical properties of set-style yoghurt as effect by microbial transglutaminase and milk solids contents. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 4(11S): 59-67.
- [15] AOAC. 2000. Official Methods of Analysis, 17th ed, Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland, US.
- [16] Farnsworth, J.P., Li, J., Hendricks, G.M. and Guo, M.R. 2006. Effects of

پنیرک و ۱ درصد لاکتولوز به عنوان بهترین نمونه انتخاب گردید. با توجه به تعداد باکتری‌های پروریوتیک در نمونه‌های مذکور در پایان زمان نگهداری ۲۱ روزه (بالاتر از حد تعریف شده برای محصولات پروریوتیک یا $> 10^7 \text{ logcfu/ml}$ ، تولید و مصرف این محصول سودمند یا خواص سلامت‌بخشی فراوان در مقیاس صنعتی پیشنهاد می‌گردد.

۵- منابع

- [1] Yildiz, E. and Ozcan, T. 2019. Functional and textural properties of vegetable-fibre enriched yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 72(2):199-207.
- [2] Zarali, M., Hojjati, M., Tahmouzi Dideban, S. and Jooyandeh, H. 2016. Evaluation of chemical composition and antibacterial activities of *Echinophora cinerea* Boiss and *Stachys lavandulifolia* Vahl essential oils in vitro. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 13(52): 1-12 [In Persian].
- [3] Mosallaie, F., Jooyandeh, H., Hojjati, M. and Fazlara, A. 2020. Biological reduction of aflatoxin B1 in yogurt by probiotic strains of *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus rhamnosus*. *Food Science and Biotechnology*, 29(6): 793-803.
- [4] Jooyandeh, H., Noshad, M., Kakaei, K. and Ghodsi Sheikhjan, M. 2020. Optimizations of Probiotic Yogurt Formulation Containing Eggplant Puree Based on Analytic Hierarchy Process. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 9(1): 41-56 [In Persian].
- [5] Aissa, A.A. and Aider, M. 2013. Lactose isomerization into lactulose in an electro-activation reactor and high-performance liquid chromatography (HPLC) monitoring of the process. *Journal of Food Engineering*, 119(1): 115-124.
- [6] Wu, L., Xu, C., Li, S., Liang, J., Xu, H. and Xu, Z. 2017. Efficient production of lactulose from whey powder by cellobiose 2-epimerase in an enzymatic membrane reactor. *Bioresource Technology*, 233: 305-312.
- [7] Nooshkam, M., Babazadeh A., and Jooyandeh, H. 2018. Lactulose: Properties, techno-functional food applications, and food

- refrigerated storage. *Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences*, 22(1): 26-30.
- [25] Olfa, B.M., Marwa, M., Moncef, C., Mouna, B. and Mnasser, H. 2019. The combined effect of phytosterols and lactulose supplementation on yoghurt quality. *Journal of Food and Nutrition Research*, 7(4): 261-269.
- [26] Tamime, A.Y. and Robinson, R.K. 2007. *Tamime and Robinson's Yoghurt: Science and Technology*. Elsevier.
- [27] Ben Moussa, O., Boulares, M., Chouaibi, M., Mzoughi, M. and Hassouna, M. 2019. Effects of lactulose levels on yoghurt properties. *Italian Journal of Food Science*, 31(4): 782-799.
- [28] Kim, S.Y., Hyeonbin, O., Lee, P. and Kim, Y.S. 2020. The quality characteristics, antioxidant activity, and sensory evaluation of reduced-fat yogurt and nonfat yogurt supplemented with basil seed gum as a fat substitute. *Journal of dairy science*, 103(2): 1324-1336.
- [29] Mugo, E.M., Mahungu, S.M., Chikamai, B.N. and Mwove, J.K. 2020. Evaluation of gum arabic from Acacia senegal var kerensis and Acacia senegal var senegal as a stabilizer in low-fat yoghurt. *International Journal of Food Studies*, 9: S1110-1124.
- [30] Somboonpanyakul, P., Barbut, S., Jantawat, P. and Chinprahast, N. 2007. Textural and sensory quality of poultry meat batter containing malva nut gum, salt and phosphate. *LWT-Food Science and Technology*, 40(3):498-505.
- [31] Jooyandeh, H. and Minhas, K.S. 2009. Effect of addition of fermented whey protein concentrate on cheese yield and fat and protein recoveries of feta cheese. *Journal of Food Science and Technology*, 46(3): 221-224.
- [32] Hassan, L.K., Haggag, H.F., ElKalyoubi, M.H., Abd EL-Aziz, M., El-Sayed, M.M. and Sayed, A.F. 2015. Physico-chemical properties of yoghurt containing cress seed mucilage or guar gum. *Annals of Agricultural Sciences*, 60(1): 21-28.
- [33] Ghasempour, Z., Alizadeh, M. and Bari, M.R. 2012. Optimisation of probiotic yoghurt production containing Zedo gum. *International Journal of Dairy Technology*, 65(1): 118-125.
- transglutaminase treatment on functional properties and probiotic culture survivability of goat milk yoghurt. *Small Ruminant Research*, 65(1-2): 113-121.
- [17] Yademellat, M., Jooyandeh, H., and Hojjati, M. 2018. Comparison of some physiochemical and sensory properties of low-fat stirred yogurt containing Persian and Balangu-Shirazi gums. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 14(72): 313-326 [In Persian].
- [18] Oliveira, R.P.D.S., Florence, A.C.R., Perego, P., De Oliveira, M.N. and Converti, A. 2011. Use of lactulose as prebiotic and its influence on the growth, acidification profile and viable counts of different probiotics in fermented skim milk. *International Journal of Food Microbiology*, 145(1): 22-27.
- [19] Özer, D., Akin, S. and Özer, B. 2005. Effect of inulin and lactulose on survival of *Lactobacillus acidophilus*-5 and *Bifidobacterium bifidum* bb-02 in Acidophilus-bifidus yoghurt. *Food Science and Technology International*, 11(1): 19-24.
- [20] Ünal, B., Metin, S. and Işıkçı, N.D. 2003. Use of response surface methodology to describe the combined effect of storage time, locust bean gum and dry matter of milk on the physical properties of low-fat set yoghurt. *International Dairy Journal*, 13(11): 909-916.
- [21] Mudgil, D., Barak, S. and Khatkar, B.S. 2016. Development of functional yoghurt via soluble fiber fortification utilizing enzymatically hydrolyzed guar gum. *Food Bioscience*, 14: 28-33.
- [22] Pramualkijja, T., Pirak, T. and Kerdsup, P. 2016. Effect of salt, rice bran oil and malva nut gum on chemical, physical and physico-Chemical properties of beef salt-Soluble protein and its application in low fat salami. *Food Hydrocolloids*, 53: 303-310.
- [23] Niamah, A.K., Al-Sahlany, S.T.G. and Al-Manhel, A.J. 2016. Gum Arabic uses as prebiotic in yogurt production and study effects on physical, chemical properties and survivability of probiotic bacteria during cold storage. *World Applied Sciences Journal*, 34(9): 1190-1196.
- [24] Muniandy, P., Shori, A.B. and Baba, A.S. 2017. Comparison of the effect of green, white and black tea on *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus* spp. in yogurt during

- analysis and effects on wheat dough performance and bread quality. *LWT*, 75: 656-662.
- [38] Phimolsiripol, Y., Siripatrawan, U., Teekachunhatean, S., Wangtueai, S., Seesuriyachan, P., et al. 2017. Technological properties, in vitro starch digestibility and in vivo glycaemic index of bread containing crude malva nut gum. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(4): 1035-1041.
- [39] Heydari, S., Amiri-Rigi, A., Ehsani, M.R., Mohammadifar, M.A., Khorshidian, N., et al. 2018. Rheological behaviour, sensory properties and syneresis of probiotic yoghurt supplemented with various prebiotics. *International Journal of Dairy Technology*, 71: 175-184.
- [34] Talib, M.A., Rayis, O.A., Konozy, E.H. and Salih, M.A. 2018. Effect of Gum Arabic (Prebiotic) on Physicochemical and Organoleptic Properties of Yogurt (Probiotic). In *Gum Arabic* (pp. 167-171). Academic Press.
- [35] Lee, Y. and Chang, Y.H. 2016. Influence of guar gum addition on physicochemical, microbial, rheological and sensory properties of stirred yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 69(3): 356-363.
- [36] Rezaei, R., Khomeiri, M., Kashaninejad, M. and Aalami, M. 2011. Effects of guar gum and arabic gum on the physicochemical, sensory and flow behaviour characteristics of frozen yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 64(4): 563-568.
- [37] Fakhfakh, N., Jdir, H., Jridi, M., Rateb, M., Belbahri, L., et al. 2017. The mallow, *Malva aegyptiaca* L. (Malvaceae): phytochemistry



Evaluation of physicochemical and sensory properties of half-fat synbiotic stirred yogurt containing Panirak (*Malva neglecta*) and lactulose

Momenzadeh, S. ¹, Jooyandeh, H. ^{2*}, Alizadeh Behbahani, B. ³, Barzegar, H. ²

1. MSc. student, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

2. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

3. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received 2021/07/23

Accepted 2021/10/30

Keywords:

Stirred yoghurt,
Malva neglecta,
Lactulose,
Physicochemical properties,
Sensory properties.

DOI: 10.52547/fsct.18.120.27

DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.120.31.3

*Corresponding Author E-Mail:
hosjooy@asnrukh.ac.ir

The aim of this study was to investigate the possibility of production of a functional half-fat synbiotic stirred yogurt using Panirak (*Malva neglecta*) and lactulose (as a prebiotic compound) with an acceptable physicochemical and sensory properties. To produce half-fat synbiotic stirred yogurt samples, *Lactobacillus fermentum* SL163-4 from a fermented food (Ashkardeh) was isolated and used as probiotic bacteria. Panirak at four levels (0, 5, 10, 15%) and lactulose at three levels (0, 1 and 2%) were used as prebiotic substances. Physicochemical and sensory properties of the yogurt samples were investigated during 21 days of refrigerated storage. Based on the results obtained from the data analysis, it was found that as the level of Panirak enhanced, pH increased and acidity decreased ($p<0.05$) while by increasing the amount of lactulose and with passing the storage time, pH decreased and acidity increased ($p<0.05$). Also, by increasing the amount of Panirak and lactulose and with passing the storage time, the extent of syneresis of the yogurt samples decreased ($p<0.05$). Based on the sensory results, it was found that by addition of Panirak up to 10% level, taste and acceptability of yogurt samples improved ($p<0.05$), but lactulose caused a significant reduction in these sensory attributes ($p<0.05$). Furthermore, there were no differences between yogurt samples containing 10 and 15% Panirak and samples having 0 and 1% lactulose. Therefore, according to the results obtained from this study, the use of 15% Panirak and 1% lactulose to produce a functional stirred yoghurt with an acceptable quality is recommended.