مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی زنده مانی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* در ماست هم زده سین بیوتیک با استفاده از فیبر لیمو

سمیرا سجادی[۱]، علیرضا شهاب لواسانی[۲*]، بیژن خورشید پورنوبندگانی [۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین -پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین -پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین -پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۲

کلمات کلیدی:

سین‌بیوتیک،

فیبر لیمو،

لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس،

ماست همزده.

DOI: 10.22034/FSCT.22.161.137.

* مسئول مکاتبات:

shahabam20@yahoo.com

چکیده

این تحقیق با هدف اندازه‌گیری خواص فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی ماست همزده سین‌بیوتیک حاوی فیبر لیمو و باکتری پروبیوتیک لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس طی ۲۰ روز نگهداری انجام شد. ویژگی‌های حسی در روز تولید، روز دهم و روز بیستم توسط ۵ ارزیاب آموزش دیده با ۵ تیمار (۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد فیبر لیمو) و سه تکرار ارزیابی و برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن، از نرم افزار آماری **SPSS21** در سطح احتمال ۹۵ درصد **(P<0.05)**و برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد. مطابق با نتایج اثر نوع نمونه و زمان نگهداری بر اسیدیته، **pH**، سینرزیس، ماده‌خشک، ویسکوزیته، زنده‌مانی باکتری و شاخص‌های ارزیابی حسی (به جز اثر زمان نگهداری بر پذیرش‌کلی) معنی‌دار بود (**p**≤۰/۰۵). نتایج فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی نشان داد با افزایش فیبر لیمو **pH**، سینرزیس و شاخص‌های ارزیابی حسی کاهش و اسیدیته، ماده خشک، ویسکوزیته، زنده مانی باکتری پروبیوتیک افزایش یافت. همچنین با افزایش زمان نگهداری **pH**، ویسکوزیته، زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک و شاخص‌های ارزیابی حسی کاهش و اسیدیته، سینرزیس و ماده‌خشک افزایش یافت. مقدار چربی در تمامی تیمارها و دوره‌های نگهداری مقدار ۰/۵ درصد بود. مطابق با نتایج ارزیابی حسی و همچنین با توجه به زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک تیمار حاوی ۰/۲۵ درصد فیبر لیمو به عنوان تیمار برتر معرفی گردید.

۱-مقدمه

ماست یک فراورده لبنی پرمصرف است که به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالایی که دارد در سراسر جهان موردتوجه فراوانی قرارگرفته است و ارزش تغذیه‌ای آن می‌تواند با افزودن ترکیبات غذایی عملگرا مانند فیبرها افزایش یابد. ماست فراورده‌ی لبنی حاصل از تخمیر لاکتیکی شیر پاستوریزه به وسیله *لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیرگونه *بولگاریکوس*[1] و *استرپتوکوکوس ترموفیلوس*[2] می‌باشد. در فرایند تولید ماست در حین تخمیر در اثر تولید اسید لاکتیک و کاهش pH کازئین ناپایدار شده و کواگوله می‌شود که منجر به تشکیل یک ژل نرم، اتصال رشته‌های میسل‌های کازئین و تشکیل یک شبکه ماتریکسی و در نتیجه گیرافتادن پروتئین‌های آب پنیر در شبکه ماتریکسی تولیدشده می‌گردد. ساختار ماست در نتیجه باندهای دی سولفیدی میان کاپا کازئین و پروتئین‌های آب پنیر واسرشت شده و تشکیل توده کازئین در اثر کاهش pH به نقطه ایزو الکتریک آن در طی تخمیر می‌باشد. به دلیل بالا بودن پروتئین و کلسیم و خواص ویژه، ماست یک فراورده غذایی مفید بوده مصرف آن در جهان در حال افزایش است[۱]. ماست به عنوان منبع انرژی، منبع پروتئین و انواع ویتامین‌ها و املاح معدنی به شمار رفته و سبب ممانعت از رشد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا عامل ایجاد انواع اسهال و تومور شده و موجب کاهش کلسترول سرم و فشارخون نیز می‌گردد. بنابراین با توجه به اثرات بسیار مطلوب این فراورده بر روی سلامت انسان، تولید گسترده آن در سال‌های اخیر بسیار موردتوجه قرارگرفته است. از نظر مصرف‌کنندگان، ماست خوب دارای ویژگی‌هایی مانند احساس دهانی و عطروطعم مطلوب، اسیدیته ملایم، سفتی و قوام مناسب و با حداقل آب اندازی می‌باشد. به طور کلی تولید ماست در صنعت به دو شکل قالبی و هم زده صورت می‌گیرد [۲].

در سال‌های اخیر کیفیت و سالم بودن مواد غذایی توجه مصرف کنندگان را به خود معطوف ساخته است. امروزه اکثر مصرف کنندگان نه تنها به سالم بودن غذا و ارزش تغذیه‌ای آن، بلکه به اثر سلامت بخشی آن نیز توجه دارند. چنین خصوصیاتی در گروه جدیدی از غذاها تحت عنوان غذاهای عملگرا می‌توان یافت که حاوی پروبیوتیک و پری بیوتیک هستند، که در اثر ترکیب این دو، محصول غذایی به نام سین بیوتیک تولید می‌شود غذاهای عملگرا منجر به کاهش خطر و حفاظت از فشار خون بالا، دیابت، سرطان، پوکی استخوان و بیماری‌های قلبی می‌شوند [۳].

پروبیوتیک ها میکروارگانیسم‌های زنده‌ای (به طور عمده لاکتوباسیلوس و بیفیدوباکتریا) هستند که اگر در مقادیر کافی مصرف شوند ایجاد خواص سلامت بخش در میزبان می‌نمایند شکی نیست که محصولات لبنی وسیله اصلی انتقال برای مکمل‌های پروبیوتیک است [٤]. از این رو، جای تعجب نیست که تعداد گسترده‌ای از مطالعات بالینی وجود دارد که گزارشاتی مبنی بر اثرات بهداشتی سویه‌های پروبیوتیک دارند. در واقع، مصرف ماست پروبیوتیک و نوشیدنی‌های لبنی تخمیری و پنیر برای ترویج مزایای سلامت توصیه شده‌اند [۵] مقاومت پروبیوتیک‌ها در برابر شرایط اسیدی شیره معده در مقایسه با میکروارگانیسم‌های دیگر سبب گردیده به راحتی در روده مستقر شوند [٦]. مهم‌ترین اثر پروبیوتیک‌ها جایگزینی آن‌ها در روده کوچک بوده که باعث تحریک روده و پاک‌سازی آن شده و به این صورت مانع چسبیدن پاتوژن ها و مهار اثر سمی توکسین‌ها می‌شود [۷، ۸]. مهم‌ترین اثرات مفید پروبیوتیک مربوط به خاصیت ضد عفونت‌های دستگاه گوارش، کاهش کلسترول سرم، بهبود متابولیسم لاکتوز، بهبود سیستم ایمنی، ویژگی‌های ضد سرطانی، ضد جهش‌زایی و

1- *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus*

2- *Streptococcus thermopilus*

ضد اسهال، بهبود التهاب روده و توقف رشد باکتری هلیکوباکتر پیلوری است [۹، ۱۰].

استفاده از ترکیبات تقویت کننده رشد پروبیوتیک‌ها منجر به تحریک و رشد و فعالیت این باکتری‌ها در دستگاه گوارش و خصوصاً روده می‌شود. این اجزاء غالباً ترکیب کربوهیدراتی داشته و تحت عنوان پری‌بیوتیک می‌باشند. از جمله این ترکیبات، می‌توان به فیبرهای رژیمی اشاره کرد که سبب افزایش زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها می‌شوند و به عنوان یک محصول فراویژه در صنایع غذایی می تواند مفید باشد [۱۱]. پسماندهای حاصل از فراوری غلات و میوه های منابع مهم فیبرهای رژیمی هستند که می توانند در فرآورده‌های غذایی استفاده شوند [۱۲].

فیبرهای غذایی اثرات فیزیولوژیک مفید از جمله کاهش سستی، کاهش کلسترول و گلوکز خون را ارتقا می‌دهند. همچنین سبب کاهش بیماری‌های قلبی عروقی و نارسایی‌های روده بخصوص سرطان روده بزرگ شده و بیماران دیابتی در صورت مصرف این مواد به انسولین کمتری نیاز خواهند داشت. برای تأثیر مفید آن بر بیماری باید مقدار دریافتی روزانه فیبر برای مردان ۳۸ گرم و برای زنان ۲۵ گرم باشد اثرات مفید از فیبرهای رژیمی برای سلامت انسان به طور گسترده‌ای گزارش‌شده است[۱۳].

لیموترش با نام علمی (*Citrus aurntifolia, often given as C. limon*) ، میوه درخت لیمو و از مرکبات است. درواقع لیموترش درختچه‌ای است که بلندی آن به چهار متر می‌رسد و کشت آن فقط در مناطق گرمسیر امکان دارد. میوه‌اش بیضوی شکلی است که در اواخر پاییز و اوایل زمستان آبدارتر می‌باشد[۱۴]. پس مانده‌های حاصل از فراوری لیمو غنی از فیبر است که می‌توان به‌عنوان فیبر خوراکی در صنایع غذایی استفاده کرد. یک سوم از لیمو تولیدی در تهیه آب لیمو مصرف می‌شود که در حدود ۵۰ درصد کل میوه اولیه به‌عنوان پس ماند به دست می‌آید[۱۵]. فیبرمرکبات مقدار کلسترول HDL خون را به مقدار قابل توجهی کاهش داده و نقش حفاظتی آن در برابر بیماری ارترواسکلروزیس ناشی از رژیم غذایی و اختلالات تیروئیدی در موش‌های آزمایشگاهی گزارش‌شده است [۱۶]. استفاده از فیبر مرکبات حاوی ترکیبات زیست فعال مانند پلی‌فنل ها، در محصولات گوشتی، تأثیر به سزایی در جلوگیری از اکسیداسیون چربی‌ها داشته و زمان نگهداری آن را افزایش می‌دهند[۱۷]. تحقیقات متعددی در زمینه استفاده از فیبر در انواع ماست انجام‌شده است و به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود به‌عنوان نمونه عظیمی محله و همکاران (۱۳۹۶) تأثیر فیبر پرتقال بر خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی ماست میوه‌ای توت‌فرنگی را بررسی کردند. با افزایش مقدار فیبر، ماده خشک و ویسکوزیته به طور معنی‌داری افزایش و سینرزیس کاهش پیدا کرد. در حالی که تأثیر آن بر اسیدیته و pH نمونه‌ها معنی‌دار نبود. در طول زمان نگهداری درصد اسیدیته و سینرزیس به طور معنی‌داری افزایش و pH و ویسکوزیته کاهش یافت[۱۸]. مهدیان و همکاران، (۱۳۹۶) اثر افزودن فیبر حاصل از ضایعات چغندر قند بر خصوصیات رئولوژیکی و فیزیکوشیمیایی در ماست پروبیوتیک را بررسی کردند. نتایج نشان داد استفاده از فیبر چغندر قند منجر به کاهش pH نمونه ها طی مدت زمان نگهداری شد[۱۹].بررسی خواص رئولوژیکی و حسی ماست میوه ای غنی شده با فیبر گندم نشان داد با افزایش مقدار فیبر سینرزیس کاهش و ماده خشک افزایش یافت و تغییر معنی‌داری در pH نمونه ها مشاهده نشد[۲۰]. محققان در بررسی تأثیر فیبر زردآلو بر خواص فیزیکوشیمیایی، حسی و زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در ماست پروبیوتیک بدون چربی گزارش کردند افزایش فیبر باعث کاهش pH و افزایش اسیدیته شد و افزودن فیبر زردآلو باعث افزایش شاخص b^* و کاهش شاخص‌های L^* و a^* شد. نمونه شاهد دارای بالاترین امتیازات ارزیابی حسی شد و پس از آن نمونه حاوی ۱ درصد فیبر زرد آلو دارای بهترین امتیازات ارزیابی حسی بود[۲۱].محققان طی مطالعه‌ای تأثیر تعدادی فیبر غذایی سیب، پرتقال، جو دوسر و گندم را بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی بستنی

پروبیوتیک بررسی کردند. نتایج نشان داد فیبرهای سیب و پرتقال باعث افزایش اسیدیته و کاهش روشنایی و افزایش قرمزی و زردی رنگ نمونه‌های بستنی شد. در مقایسه با نمونه شاهد، قوام و ویسکوزیته ظاهری تمامی نمونه‌ها جز نمونه‌های حاوی فیبر جو دوسر افزایش یافت و بیشترین ویسکوزیته متعلق به نمونه‌های حاوی فیبر سیب بود. افزودن فیبرهای سیب و پرتقال باعث افزایش نقطه ذوب نمونه‌ها شد[۲۲]. بنابر مطالعات صورت گرفته هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر فیبر لیمو بر خواص فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی ماست هم زده سین بیوتیک بود.

۲-مواد و روش‌ها

برای تهیه فیبر لیمو از نوع محلول مطابق با روش عظیمی محله و همکاران (۱۳۹۱) ابتدا پوست لیمو را به قطعات کوچکتر بریده و سپس در آب داغ ۹۰ درجه سانتی گراد به مدت ۵ دقیقه شستشو داده شد و پس از آبکش کردن، در دمای ٦٥ درجه سانتی گراد تا رطوبت حداکثر ۵ درصد خشک و سپس آسیاب گردید. همچنین با توجه به نتایج تحقیقات انجام شده پودر لیمو باعث ایجاد احساس شنی در دهان می‌شود بنابراین اندازه ذرات فیبر بین ۱-۰/۵ انتخاب گردید [۱۸].لازم به ذکر است فیبر لیمو دارای WHC[3] معادل (g/g) ۱۲، رطوبت معادل ٤/٢٦٪، خاکستر٣/٢٤٪، pH برابر٥/٤٨ و اسیدیته معادل ۰/۱۳ بود.

۲-۱- آماده‌سازی سوسپانسیون باکتری

باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* PTCC(1643) که از مرکز کلکسیون قارچ ها و باکتری های صنعتی سازمان پژوهش های علمی-صنعتی ایران به صورت لیوفیلیزه تهیه شد و جهت فعال‌سازی باکتری پس از استریل شدن محیط ویال حاوی میکروارگانیسم به محیط MRS Broth که قبلاً در اتوکلاو ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه استریل شده بود منتقل گردید و بعد از تلقیح به انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد در شرایط بی‌هوازی منتقل و به مدت ٢٤ ساعت گرمخانه‌گذاری گردید پس از طی شدن زمان فوق، محیط براث از حالت شفاف به کدر تغییر وضعیت داد و مقداری رسوب کرم‌رنگ در انتهای لوله‌ها مشاهده شد که این مسئله نشان از رشد میکروارگانیسم‌ها در محیط مربوطه می‌باشد. در این مرحله میکروارگانیسم‌ها به محیط MRS-Agar (مِرک، آلمان) منتقل گردید [۲۳].

۲-۲- آماده‌سازی سویه‌ها جهت تلقیح

برای این منظور محیط کشت MRS Agar به میزان ٦٦ گرم توزین گردید و به‌تناسب آن آب مقطر اضافه شد و درب ظرف حاوی محیط کشت با پنبه و فویل کاملاً پوشانده شد و روی شعله حرارت داده شد تا کاملاً شفاف گردد و در اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به مدت۱۵ دقیقه استریل گردید و پس‌ازآنکه دمای آن به حد تقریبی ٤٥ درجه سانتی‌گراد رسید به مقدار لازم درون پلیت‌ها ریخته شد تا کاملاً به‌صورت جامد در آید سپس از محیط‌های MRS مایع (مرک، آلمان) که حاوی میکروارگانیسم بود و به‌خوبی توسط شیکر مخلوط شده بود، توسط آنس استریل از سوسپانسیون میکروبی برداشته و به‌صورت سطحی روی محیط جامد کشت داده شد و سپس در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤٨ ساعت قرار داده شد پس از این مدت باکتری‌هایی که روی محیط جامد رشد نموده بودند و فعال بودند پس از تهیه و کشت در محیط کشت مایع مغذی با کدورت ۰/۵ مک فارلند در سطح $۱/۵x۱۰^{۷} cfu/ml$ مورد استفاده قرار گرفتند[٢٤].

۲-۳- روش تهیه نمونه‌های ماست هم زده سین بیوتیک حاوی فیبر لیمو

جهت تولید ماست ابتدا شیر خام تهیه‌شده را تا دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد گرم شده و سپس ماده خشک آن با افزودن شیر خشک بدون چربی تنظیم گردید. سپس فیبر لیمو با غلظت های(صفر(کنترل)، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱) درصد

3- WHC: Water Holding Capacity

به شیر ماست سازی افزوده شد. برای تولید ماست به دلیل تبخیر آب شیر و کاهش آب اندازی و نیز حذف میکروارگانیسم های نا مطلوب در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه در حال هم زدن آرام، در حمام آب گرم پاستوریزه گردید. پس از خنک شدن شیر تا دمای ۴۲ درجه سانتی‌گراد، استارتر تجاری ماست (هنسن، دانمارک) مطابق دستورالعمل شرکت سازنده نمونه‌ها به همراه باکتری پروبیوتیک لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس(شرکت کامینوکس، اسپانیا) در سطح 10^{8} *cfu/ml* به تیمارها اضافه شد. سپس نمونه‌ها تا رسیدن pH به حدود ۴/۶۵-۴/۵ گرمخانه گذاری شد، بدین منظور pH نمونه‌ها در طول گرمخانه گذاری به طور مداوم کنترل شد. پس از آن نمونه‌ها به مدت ۱ دقیقه به‌آرامی هم زده و بسته‌بندی شدند. دمای نمونه‌ها به سرعت توسط آب یخ به ۴ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت و نمونه‌ها طی مدت نگهداری در این دما جهت انجام آزمون‌ها نگهداری شدند [۱۸].

۲-۴- آزمون های تحقیق

جهت اندازه‌گیری pH و اسیدیته نمونه ماست از روش استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ و دستگاه pH متر (سوئیس، Metrohm) استفاده شد. جهت اندازه‌گیری اسیدیته از تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال (مرک، آلمان) استفاده شد [۲۵]. همچنین برای اندازه‌گیری ماده خشک مطابق با روش استاندارد ملی ایران به شماره ۹۸۷۴، بر پایه حرارت دهی، خشک‌کردن و وزن کردن نمونه‌ها اندازه‌گیری شد [۲۶]. برای اندازه‌گیری چربی از روش استاندارد ملی ایران به شماره ۶۹۵ استفاده شد در این روش از حل نمودن نمونه در ۱۰ میلی لیتر اسید سولفوریک ۹۰٪ (مرک، آلمان) و استفاده از سانتریفیوژ (sigma، آلمان) و جدا نمودن چربی استفاده شد [۲۷]. برای اندازه‌گیری ویسکوزیته مطابق با روش Sahanو همکاران (۲۰۰۸) از ویسکومتر (بروکفیلد، آمریکا) با اسپیندل شماره ۴ و دور ۶۰ rpm استفاده شد و جهت اندازه‌گیری ظرفیت نگهداری آب نمونه های ماست از سانتریفیوژ با دور ۴۵۰۰ به مدت ۳۰ دقیقه و رابطه (۱) استفاده شد[۲۸].

$$WHC = \left(1 - \frac{Wt}{W_1}\right) \times 100 \qquad \text{رابطه (۱)}$$

Wt: وزن مایع آزاد شده W_1: وزن اولیه ماست

جهت شمارش باکتری پروبیوتیک پس از همگن کردن نمونه و رقت سازی در رقت های$^{-3}$ ۱۰،$^{-4}$ ۱۰و$^{-5}$ ۱۰، یک میلی لیتر از رقت مورد نظر در محیط کشت MRS-سوربیتول آگار به روش پورپلیت کشت داده شده و در نهایت پس از ۷۲ ساعت گرمخانه گذاری در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد کلنی‌ها در هر پلیت شمارش شد [۱۸].

ارزیابی حسی نمونه‌های ماست بر طبق روش بیان شده توسط استاندارد ملی ایران شماره ۶۹۵ انجام گردید. برای این منظور، سنجش ویژگی‌های حسی ماست (رنگ، ظاهر، طعم و پذیرش کلی) با استفاده از روش امتیازبندی هدونیک پنج نقطه ای (کمترین اهمیت: ۱ و بیشترین اهمیت : ۵) انجام شد [۲۷و۲۹].

۲-۵- آنالیز آماری

جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از طرح کاملاً تصادفی بهره گرفته شد. در نهایت ۴ تیمار به همراه یک تیمار شاهد و در سه تکرار مطابق با جدول تیمارها انجام گرفت. جهت تجزیه‌وتحلیل داده ها از نرم‌افزار SPSS 21 استفاده شد و برای تحلیل و مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۹۵٪ استفاده شد همچنین جهت ترسیم نمودارها از نرم‌افزار اکسل[4] ۲۰۱۳ استفاده شد.

4-Excel

۳-نتایج

۳-۱-pH و اسیدیته

نتایج اندازه‌گیری pH و اسیدیته بر حسب دورنیک نمونه‌های ماست حاوی فیبر لیمو در جدول ۱ و ۲ نشان داده‌شده است. پس از بیست روز نگهداری بیشترین مقدار pH (٤/٤٦) و کمترین مقدار اسیدیته (۹۳/۸۳) متعلق به نمونه شاهد بود و کمترین مقدار pH (٤/۳۲) و بیشترین مقدار اسیدیته (۱۰۱/۱۷) متعلق به تیمار T_5 بود. در نهایت مقایسه میانگین تغییرات داده ها نشان داد با افزایش فیبر لیمو و زمان نگهداری، pH و اسیدیته نمونه ها به طور معنی داری ($P<0.05$) به ترتیب کاهش و افزایش یافت.

Table 1- pH changes of stirred yogurt* samples of synbiotic containing lemon fiber during 20 days of storage**

Treatments		1th day	10th day	20th day
T_1 (control)	0% Lemon fiber	4.57±0.05^{aA}	4.56±0.01^{aA}	4.46±0.01^{aC}
T_2	0.25% Lemon fiber	4.57±0.01^{aA}	4.53±0.01^{bB}	4.42±0.01^{bC}
T_3	0.5% Lemon fiber	4.51±0.01^{bA}	4.46±0.01^{cB}	4.40±0.01^{cC}
T_4	0.75% Lemon fiber	4.48±0.01^{cA}	4.42±0.02^{dB}	4.35±0.02^{dC}
T_5	1% Lemon fiber	4.44±0.02^{dA}	4.41±0.01^{deB}	4.32±0.02^{eC}

*Identical lowercase letters indicate no significant difference p>0.05 in each column.
**Different uppercase letters indicate a significant difference of p<0.05 in each row.

Table 2- Changes in the acidity of stirred yogurt* samples of synbiotic containing lemon fiber during 20 days of storage**

Treatments		1th day	10th day	20th day
T_1 (control)	0% Lemon fiber	85.33±0.57^{eC}	88.03±0.76^{eB}	93.83±0.46^{eA}
T_2	0.25% Lemon fiber	88.33±0.28^{dC}	89.67±0.58^{dB}	95.50±0.76^{dA}
T_3	0.5% Lemon fiber	90.50±0.50^{cC}	93.83±0.46^{cB}	97.17±0.61^{cA}
T_4	0.75% Lemon fiber	94.00±0.54^{bC}	97.17±0.75^{bB}	100.17±0.76^{bA}
T_5	1% Lemon fiber	96.67±0.52^{aC}	98.33±0.57^{aB}	101.17±0.34^{aA}

*Identical lowercase letters indicate no significant difference p>0.05 in each column.
**Different uppercase letters indicate a significant difference of p<0.05 in each row.

میکروارگانیسم‌ها با مصرف قند و تولید اسیدهای آلی می‌توانند کاهش pH و افزایش اسیدیته را به دنبال داشته باشند [۲]. دلیل کاهش pH نمونه‌های ماست را می‌توان به فعالیت‌های متابولیکی ثانویه استارترهای ماست در نتیجه تجزیه لاکتوز و تولید اسید لاکتیک نسبت داد [۳۰]. در طی نگهداری *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* و *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* حتی در دمای یخچال هم فعال هستند و با تخمیر لاکتوز، اسید لاکتیک تولید می‌کنند و باعث افزایش اسیدیته و کاهش pH می‌شوند. همچنین وجود باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* در نمونه های ماست، به دلیل مصرف مواد مغذی و ایجاد اسیدهای آلی می تواند باعث افزایش اسیدیته نمونه های ماست همزده پروبیوتیک باشد. همچنین در برخی تحقیقات نشان داده شده است که افزودن فیبر به ماست کم چرب

می‌تواند باعث کاهش pH و افزایش اسیدیته در نمونه های ماست شود [۳۱] .استاندارد ملی ایران شماره ۶۹۵، میزان pH ماست نباید از ٤/٦ بالاتر رود که بر طبق آن، میزان pH نمونه‌های ماست در این تحقیق در محدوده تعیین شده توسط استاندارد قرار داشت [۲۵].

مهدیان و همکاران، (۱۳۹۶) اثر افزودن فیبر حاصل از ضایعات چغندر قند بر خصوصیات رئولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و قابلیت زنده مانی باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* در ماست منجمد پروبیوتیک را به مدت ٦٠ روز در دمای ۱۸- $^{\circ}C$ بررسی کردند. نتایج نشان داد استفاده از فیبر چغندر قند منجر به کاهش pH نمونه ها طی مدت زمان نگهداری شد[۱۹]. توکلی (۱۳۹۲)، تاثیر افزودن ترکیبات پربیوتیک (فیبرهای گندم و جو)، بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و زنده‌مانی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس درماست را بررسی نمود. نتایج نشان داد طی مدت زمان نگهداری، pH به طور معنی داری کاهش یافته است[۳۲]. توحیدزاده و همکاران، (۱۳۹۲) تاثیر فیبر هویج در زنده مانی لاکتوباسیلوس کازئی و کیفیت ماست میوه ای زردآلو با استفاده از روش سطح پاسخ را بررسی نمودند. مقدار فیبر هویج در محدوده ۵ /۱- ۰ درصد و زمان نگهداری در محدوده ۲-۲۰ روز بود. در طول زمان نگهداری نیز درصد اسیدیته بطور معنی داری افزایش یافت[($p<0.05$)۳۳].

Haddadدر سال ۲۰۱۷، قابلیت زیستی باکتری پروبیوتیک محصولات لبنی تخمیری پروبیوتیک در شهر عمان را بررسی نمود. pH برای تمام نمونه‌ها در طی نگهداری کاهش یافت و تا پایان زمان مطالعه بین ٤/١ – ٤/٥ بود[٣٤]. Samadiو همکاران (۲۰۱۳)، در بررسی اثر سطوح مختلف بتاگلوکان (۰/۲۵ و ۰/۵ درصد) بر خصوصیات کیفی ماست به هم نزده کم‌چرب مشاهده نمودند که افزودن بتاگلوکان به فرمولاسیون ماست موجب افزایش میزان اسیدیته گردید[۳۵].

۳-۲- سینرزیس

نتایج اندازه‌گیری سینرزیس نمونه‌های ماست حاوی فیبر لیمو در جدول ۳ نشان داده‌شده است. مقایسه میانگین تغییرات سینرزیس نشان داد با افزایش فیبر لیمو مقدار سینرزیس به طور معنی داری ($P<0.05$)کاهش یافت. همچنین با افزایش زمان نگهداری مقدار سینرزیس به طور معنی داری ($P<0.05$) افزایش یافت.

Table 3- Changes in the synersis of stirred yogurt* samples of of synbiotic containing lemon fiber during 20 days of storage**

Treatments		1th day	10th day	20th day
T_1 (control)	0% Lemon fiber	7.83±0.05^{aC}	8.10±0.00^{aB}	8.15±0.00^{aA}
T_2	0.25% Lemon fiber	7.20±0.11^{bC}	7.57±0.05 ^{bA}	7.57±0.05^{bA}
T_3	0.5% Lemon fiber	6.45±0.05 ^{cC}	6.80±0.00 ^{cB}	7.17±0.00^{cA}
T_4	0.75% Lemon fiber	5.10±0.10 ^{dC}	5.47±0.05 ^{dB}	5.62±0.05^{dA}
T_5	1% Lemon fiber	5.10±0.10 ^{dB}	5.10±0.10 ^{eB}	5.40±0.10^{eA}

*Identical lowercase letters indicate no significant difference p>0.05 in each column.
**Different uppercase letters indicate a significant difference of p<0.05 in each row.

ساختار ماست را می‌توان به صورت شبکه سه بعدی از زنجیره‌ها و خوشه‌های میسل های کازئین که شکل کروی خود را حفظ کرده‌اند توضیح داد. آب اندازی و بازسازی شبکه پروتئینی در ماست اساساً به دلیل چروکیدگی ساختار و در نتیجه کاهش قدرت اتصال پروتئین‌های آب پنیر به شبکه کازئینی در طی نگهداری است. تحقیقات نشان داده است آب اندازی در ماست به مقدار ترکیبات کازئینی شیر و افزودن پایدار کننده‌ها ارتباط

دارد [۳۶]. دلیل کاهش آب اندازی نمونه ها در مقایسه با نمونه شاهد می تواند توانایی فیبرها در اتصال به مولکولهای آب و تداخل با اجزای شیر به ویژه پروتئین ها و در نتیجه پایداری شبکه پروتئین ها می تولنداز حرکت آزادلنه آب جلوگیری نماید و منجر به کاهش سینرزیس گردد [۳۷]. برخی از محققین خواص رئولوژیکی و حسی ماست میوه ای غنی شده با فیبر گندم را بررسی کردندو نتایج نشان داد با افزایش مقدار فیبر سینرزیس کاهش یافت از طرفی با افزایش زمان نگهداری مفدار سینرزیس به طور معنی داری افزایش یافت[۲۰]. Mejriو همکاران (۲۰۱٤)، بیان کردند که با افزایش زمان نگهداری، ظرفیت نگهداری آب نمونه‌ها، به استثنای نمونه‌های حاوی صفر و ۰/۵ درصد بتاگلوکان، کاهش و سینرزیس افزایش یافت[۳۸].

۳-۳- ماده خشک

نتایج اندازه‌گیری ماده خشک نمونه‌های ماست حاوی فیبر لیمو در جدول ٤نشان داده‌شده است. پس از بیست روز نگهداری بیشترین مقدار ماده خشک (۱۵/۹۰) متعلق به تیمار T_5 بود و کمترین مقدار ماده خشک (۱٤/۲۸) متعلق به نمونه شاهد بود و مقایسه میانگین تغییرات داده ها نشان داد با افزایش فیبر لیمو مقدار ماده خشک به طور معنی داری ($P<0.05$) افزایش یافت. همچنین افزایش زمان نگهداری باعث افزایش جزئی ماده خشک در نمونه ها شد.

Table 4 - Dry matter changes of stirred yogurt* samples of synbiotic containing lemon fiber during 20 days of storage**

Treatments		1th day	10th day	20th day
T_1 (control)	0% Lemon fiber	14.27 ± 0.05^{dB}	14.25 ± 0.00^{eB}	14.28 ± 0.01^{eA}
T_2	0.25% Lemon fiber	14.60 ± 0.00^{cB}	14.60 ± 0.00^{dB}	14.64 ± 0.01^{dA}
T_3	0.5% Lemon fiber	14.70 ± 0.05^{bB}	14.68 ± 0.00^{cB}	14.71 ± 0.00^{cA}
T_4	0.75% Lemon fiber	15.75 ± 0.04^{aC}	15.85 ± 0.00^{bB}	15.86 ± 0.01^{bA}
T_5	1% Lemon fiber	15.75 ± 0.04^{aC}	15.87 ± 0.00^{aB}	15.90 ± 0.00^{aA}

*Identical lowercase letters indicate no significant difference p>0.05 in each column.
**Different uppercase letters indicate a significant difference of p<0.05 in each row.

علت افزایش ماده خشک نمونه‌ها می‌تواند افزودن فیبر لیمو به نمونه‌ها باشد. همچنین طی دوره نگهداری مقدار رطوبت نمونه‌ها کاهش و مقدار ماده خشک نمونه‌ها افزایش می‌یابد [۳۸].بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ٦۹۵، حداقل میزان مواد جامد بدون چربی ماست کم چرب بایستی حداقل ۹/۵ درصد باشد. بر طبق نتایج بدست آمده در پژوهش حاضر، میزان مواد جامد همه تیمارهای مورد بررسی در این تحقیق در محدوده استاندارد قرار داشت [۲٦]بدری و علیزاده (۱۳۹۵) طی تحقیقی نشان دادند با افزایش مقادیر بتاگلوکان تا سطح ۰/۱ درصد شاهد افزایش ویسکوزیته، ماده خشک و سفتی نمونه‌ها طی نگهداری نسبت به نمونه شاهد شدند[۳۰].شفیعی، (۱۳۹٤) روند تغییرات فیزیکوشیمیایی و حسی ماست پروبیوتیک حاوی لاکتوباسیلوس پلانتاروم آزاد ریزپوشانی شده طی هشت هفته نگهداری را بررسی کردند. نتایج نشان داد ماده خشک کل نمونه ها به طور معنی داری افزایش یافت[۳۹]. Sahanaو همکاران (۲۰۰۸) خواص فیزیکوشیمیایی و حسی ماست بدون چربی حاوی هیدروکلوئید بتاگلوکان طی دوره نگهداری را بررسی کردند و نتایج نشان دادند با افزایش بتاگلوکان ماده خشک ماست افزایش یافت که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت[۲۸]. Yaziciو Akgun، (۲۰۰٤) گزارش نمودند با افزایش غلظت

جایگزین‌های چربی تجاری برپایه پروتئین (دیری لو[5] و سیمپلس[6]) در ماست چکیده کم چرب، میزان مواد جامد کل افزایش یافته است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت[٤٠].

۳-٤- چربی

در تمامی دوره های نگهداری مقدار چربی برای کلیه تیمارها مقدار ثابت ۰/۵ درصد بود و اختلاف معنی داری ($P>0.05$)مشاهده نشد . دلیل ثابت بودن مقدار چربی می‌تواند عدم تأثیر و مقدار بسیار کم فیبر لیمو در نمونه‌ها باشد.علیرضالو و همکاران، (۱۳۹٤) در بررسی ویژگی‌های کیفی و ماندگاری ماست فراسودمند غنی شده با عصاره‌های چغندر قند، اسفناج و گوجه فرنگی نشان دادند درصد چربی برای نمونه‌های مختلف ماست در طول زمان تغییر معنی داری ($p>0/05$) نشان نداد[٤٤]. Sahanaو همکاران (۲۰۰۸) در بررسی خواص فیزیکوشیمیایی و حسی ماست بدون چربی نشان دادند با افزایش بتاگلوکان در ماست، چربی نمونه‌ها تغییر معنی داری نداشت[٤١].

۳-۵- ویسکوزیته

نتایج اندازه‌گیری ویسکوزیته نمونه‌های ماست حاوی فیبر لیمو در جدول ۵ نشان داده‌شده است. پس از بیست روز نگهداری بیشترین مقدار ویسکوزیته (۱٤٤۱/۰۰) متعلق به تیمار T_5 بود و کمترین مقدار ویسکوزیته (٦۳٦/۳۳) متعلق به نمونه شاهد بود و مقایسه میانگین تغییرات داده ها نشان داد با افزایش فیبر لیمو مقدار ویسکوزیته به طور معنی داری ($P<0.05$)افزایش یافت. همچنین افزایش زمان نگهداری باعث کاهش معنی دار ($P<0.05$) ویسکوزیته نمونه ها شد.

Table 5 - Viscosity changes of stirred yogurt* samples of synbiotic containing lemon fiber during 20 days of storage**

Treatments		1th day	10th day	20th day
T_1 (control)	0% Lemon fiber	644.67 ± 0.05^{eA}	641.00 ± 0.00^{aB}	636.33 ± 1.52^{aC}
T_2	0.25% Lemon fiber	683.00 ± 0.57^{dA}	680.33 ± 0.57^{aB}	671.33 ± 1.15^{aC}
T_3	0.5% Lemon fiber	726.33 ± 2.54^{cA}	710.00 ± 0.00^{aB}	705.33 ± 0.57^{aC}
T_4	0.75% Lemon fiber	1214.67 ± 3.51^{bA}	1151.33 ± 1.15^{aB}	1148.33 ± 3.21^{aAB}
T_5	1% Lemon fiber	1699.00 ± 4.58^{aA}	1481.00 ± 0.00^{aB}	1441.00 ± 0.00^{aC}

*Identical lowercase letters indicate no significant difference p>0.05 in each column.
**Different uppercase letters indicate a significant difference of p<0.05 in each row.

ویسکوزیته ماست خصوصیت مهمی است که بر کیفیت آن اثر می‌گذارد. ویسکوزیته تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله دمای انکوباسیون، محتوای ماده خشک، تیمار حرارتی شیر، اسیدیته شیر و نوع کشت آغازگر قرار می‌گیرد [٤۲]. ماست یک ژل پروتئینی می‌باشد که پروتئین‌های محلول دناتوره شده با ایجاد اتصالات به کازئین، ساختار متخلخل و شبکه مانندی ایجاد می‌کنند که قادر به حفظ آب می‌باشند [٤۳]. دلیل افزایش ویسکوزیته در نمونه ها را می توان به افزودن فیبر لیمو به نمونه ها،

5 -Dairy-Lo
6 -Simplesse

افزایش ماده خشک و در نتیجه افزایش ویسکوزیته نسبت داد [٤٤]. امیری عقدایی و همکاران (١٣٨٩) افزایش ویسکوزیته ماست در طی دوره نگهداری را در نتیجه باز آرایی پروتئین‌ها و افزایش هیدراسیون بیان کردند[٤٥].

٣-٦-شمارش باکتری پروبیوتیک

نتایج شمارش باکتری پروبیوتیک نمونه‌های ماست حاوی فیبر لیمو در جدول ٦ نشان داده‌شده است. پس از بیست روز نگهداری بیشترین شمارش باکتری (٧/٥٣) متعلق به تیمار T_5 بود و کمترین شمارش باکتری (٧/٢٢) بعد از نمونه شاهد متعلق به تیمار T_2 بود و مقایسه میانگین تغییرات داده ها نشان داد با افزایش فیبر لیمو تعداد باکتری های پروبیوتیک به طور معنی داری ($P<0.05$) افزایش یافت. همچنین افزایش زمان نگهداری باعث کاهش جزئی تعداد باکتری های پروبیوتیک شد.

Table6 – Counting Probiotics bacteria of stirred yogurt* samples of synbiotic containing lemon fiber during 20 days of storage**

Treatments		1th day	10th day	20th day
T_1 (control)	0% Lemon fiber	0.00 ± 0.00^{eA}	0.00 ± 0.00^{eA}	0.00 ± 0.00^{eA}
T_2	0.25% Lemon fiber	7.28 ± 0.10^{dA}	7.31 ± 0.01^{dAB}	7.22 ± 0.02^{dC}
T_3	0.5% Lemon fiber	7.50 ± 0.00^{cA}	7.43 ± 0.02^{cB}	7.34 ± 0.01^{cC}
T_4	0.75% Lemon fiber	7.60 ± 0.02^{bA}	7.48 ± 0.02^{bB}	7.43 ± 0.00^{bC}
T_5	1% Lemon fiber	7.75 ± 0.01^{aA}	7.60 ± 0.01^{aB}	7.53 ± 0.01^{aC}

*Identical lowercase letters indicate no significant difference p>0.05 in each column.
**Different uppercase letters indicate a significant difference of p<0.05 in each row.

حضور ترکیبات پری‌بیوتیکی به دلیل تحریک رشد و فعالیت پروبیوتیک ها، از مهمترین دلایل بقای بیشتر باکتری ها است. پری‌بیوتیک ها ممکن است برخی از مواد مغذی مورد نیاز میکروارگانیسم ها را تامین کند یا شرایط نامطلوب و منفی محیطی، از جمله آسیب های اسیدی را تعدیل نماید. بقاء باکتری های پروبیوتیک در ماست پروبیوتیک وابسته به فاکتورهایی نظیر گونه مورد استفاده، واکنش بین گونه های موجود، شرایط کشت، ترکیب شیمیایی محیط کشت، اسیدیته نهایی، درجه حرارت، سطوح تلقیح و ... می باشد [٤٧و ٤٦]. همچنین کاهش pH همواره یکی از مهمترین دلایل افت تعداد باکتری های پروبیوتیک است. در فرآورده های تخمیری نظیر ماست، pH پایین و اسیدیته بالای فرآورده از یک سو و هم کشت کردن باکتری‌های لاکتیک غیر پروبیوتیک با آغازگرهای پروبیوتیک از سوی دیگر سبب مرگ سریعتر پروبیوتیک‌ها در طول دوره نگهداری بویژه در مراحل پایانی می شود و این خود دلیلی برای کاهش تعداد باکتری های پروبیوتیک طی دوره نگهداری ماست است [٢]. پیش اسیدی شدن اساسا به دلیل رشد کنترل نشده لاکتوباسیلوس بولگاریکوس در مقادیر پایین pH و دمای یخچال است و باعث تولید پراکسیدهیدروژن توسط باکتری لاکتوباسیلوس بولگاریکوس طی تولید و نگهداری نمونه های ماست می شود و در نتیجه باعث افزایش اسیدیته و کاهش pH می شود [٥]. به طور کلی نتایج نشان داد شمارش باکتری ها پس از پایان دوره نگهداری نسبت به زمان تولید تغییر کمی داشته و دلیل این امر می‌تواند وجود فیبر لیمو باشد [٤٦].

مهدیان و همکاران، (١٣٩٦) در بررسی اثر افزودن فیبر حاصل از ضایعات چغندر قند در ماست منجمد پروبیوتیک دریافتند جمعیت باکتری ها با گذشت زمان کاهش معنی‌داری یافت اما نمونه های حاوی فیبر نسبت به نمونه شاهد زنده مانی بیشتری داشتند[١٩]. توحیدزاده و همکاران، (١٣٩٢) در بررسی تاثیر فیبر هویج در زنده مانی لاکتوباسیلوس کازئی و کیفیت ماست میوه ای زردآلو نشان دادند با افزایش مقدار فیبر، تعداد کلنی های *لاکتوباسیلوس*

کازیی افزایش یافت[۳۵]. Zomorodi و همکاران (۲۰۱۵) زنده‌مانی باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* در ماست سین بیوتیک حاوی فیبر سیب و سبوس گندم را بررسی کردند. نتایج نشان داد تعداد باکتری های پروبیوتیک طی دوره نگهداری در نمونه شاهد یک لگاریتم کاهش داشت اما این مقدار در نمونه های حاوی سبوس گندم و فیبر سیب ۰/۲۵ لگاریتم بود[۲۰].

۳-۷- ارزیابی حسی

مقایسه میانگین تغییرات امتیازات ارزیابی حسی نشان داد با افزایش فیبر لیمو به جز در تیمار T_2 شاخص رنگ، ظاهر، طعم و پذیرش کلی به طور معنی داری ($P<0.05$) کاهش یافت همچنین با افزایش زمان نگهداری تا روز بیستم نگهداری از امتیازات ارزیابی حسی کاسته شد(شکل های ۱، ۲، ۳ و ٤).

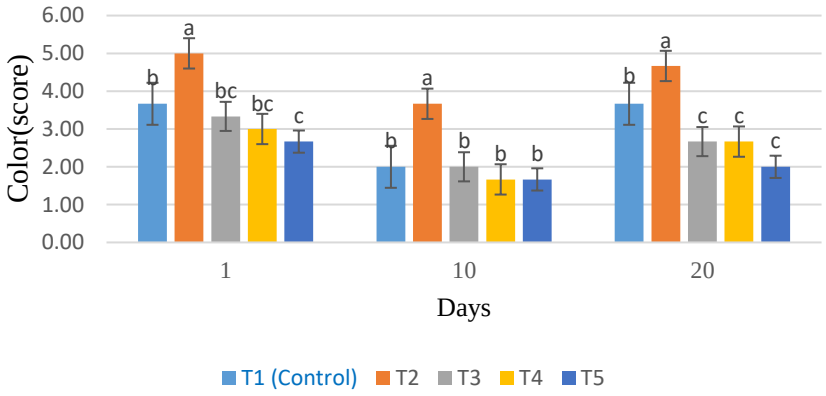

Figure 1- Changes in sensory color evaluation of stirred yogurt samples of synbiotic containing lemon fiber during 20 days of storage

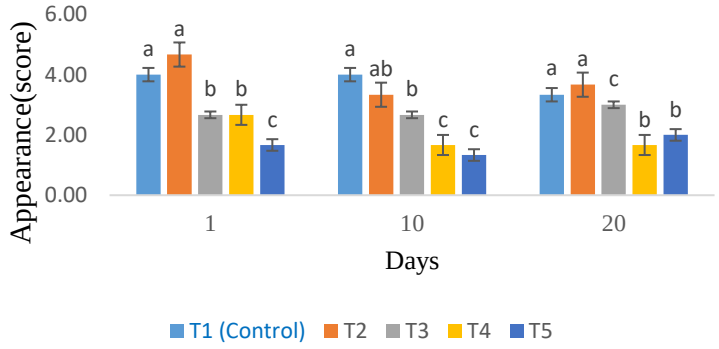

Figure 2- Changes in sensory evaluation of the appearance of stirred synbiotic yogurt samples containing lemon fiber during 20 days of storage

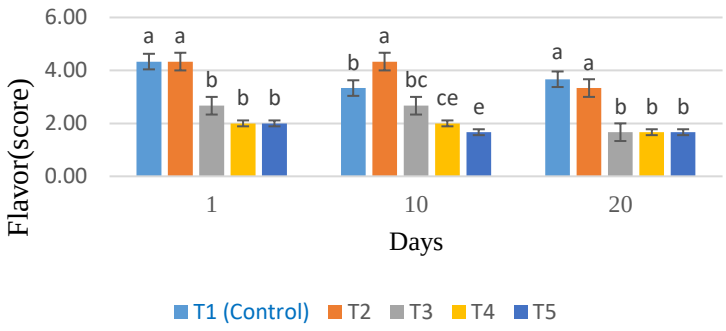

Figure 3- Changes in sensory evaluation of the taste of stirred synbiotic yogurt samples containing lemon fiber during 20 days of storage

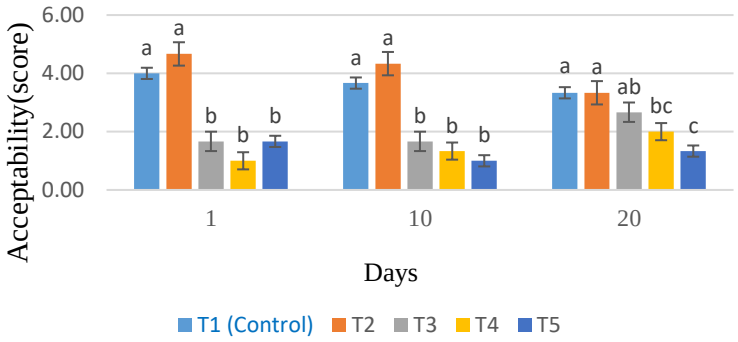

Figure 4- Changes in sensory evaluation of the overall acceptance of stirred synbiotic yogurt samples containing lemon fiber during 20 days of storage

پارامترهای حسی ماست نقش مهمی در مقبولیت و پذیرش مصرف کنندگان دارد و به طور خاص، رنگ ماست در ارزیابی حسی و پذیرش مصرف کنندگان تاثیر خواهد داشت. همچنین در ماست پروبیوتیک خصوصیات حسی محصول تولیدی باید حتی الامکان به نمونه سنتی یا فاقد باکتری های پروبیوتیک نزدیک باشد [٤٨]. عطر و طعم ماست به طور کلی به استالدئید تولید شده از ترئونین توسط *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* و *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* بستگی دارد. علاوه بر این، سایر ترکیبات آرومای آلی فرار نظیر دی استیل و ۳،۲-پنتان دی ان[۷] نیز در ایجاد عطر و طعم ماست مشارکت دارند. اسیدیته ماست، نقش مهمی در عطر و طعم ماست ایفاء می کند و احتمالاً نقش آن بیشتر از غلظت استالدئید و دی استیل می باشد [٤٩]. تحقیقات نشان داده است استفاده از فیبر باعث دیده شدن لایه ای از فیبر در نمونه های ماست شد که از امتیازات ارزیابی حسی نمونه ها کاسته شد [٥٠].برخی محققین گزارش کردند سفتی بافت ماست به طور کامل بستگی به میزان ماده خشک محصول، میزان چربی و به خصوص پروتئین آن دارد. افزایش میزان ماده خشک و پروتئین با افزایش اتصالات عرضی در شبکه ژلی ماست، موجب تشکیل شبکه سه بعدی و ساختار ژلی مستحکم‌ترمی شود. [٥١]. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد افزایش فیبر از مقدار ۰/۲۵ درصد باعث کاهش امتیازات ارزیابی حسی می شود لذا مقدار مناسب فیبر لیمو جهت حفظ خواص حسی و نزدیکی به نمونه شاهد و حتی امتیاز بالاتری از نمونه شاهد مقدار ۰/۲۵ درصد بود. عظیمی محله و همکاران (۱۳۹۳) طی تحقیقی نشان دادند افزایش فیبر پرتقال در ماست میوه ای توت فرنگی و پرتقالی باعث کاهش امتیازات ارزیابی حسی رنگ و طعم در نمونه ها شد اما امتیازات آنها در محدوده خوب و قابل قبول قرار داشت[۱۸]. Zomorodi و همکاران (۲۰۱۵)، طی تحقیقی نشان دادند با افزایش درصد فیبر گندم و سیب، امتیازهای ویژگی های حسی نمونه‌های ماست پروبیوتیک کاهش یافت[۲۰]. Narenderو Dharam، ۲۰۱۲ تأثیر فیبرهای رژیمی بر خواص فیزیکوشیمیایی، حسی و بافتی ماست را بررسی کردند. نتایج نشان داد استفاده از فیبر در نمونه‌ها باعث کاهش امتیازات ارزیابی حسی شد[۵۰]. Staffolo و همکاران (۲۰۰٤) ، تأثیر افزودن فیبر رژیمی را بر خواص حسی و رئولوژیکی ماست بررسی کردند و نتایج نشان داد افزایش میزان فیبر در نمونه‌های ماست معمولی باعث کاهش خواص حسی نمونه‌های ماست معمولی توسط مصرف‌کنندگان می‌گردد[۳۷] .

7 -2,3-pentanedione

۴- نتیجه گیری

افزودن فیبر لیمو به نمونه های ماست باعث بهبود خواص حسی و برخی خواص فیزیکوشیمیایی از جمله ویسکوزیته، سینرزیس و ماده خشک نسبت به نمونه شاهد و نیز سبب افزایش قابلیت زنده مانی باکتری پروبیوتیک در نمونه های حاوی فیبر شد. همچنین نمونه ماست همزده سین‌بیوتیک با مقدار ۰/۲۵ درصد فیبر لیمو در مقایسه با نمونه شاهد خواص فیزیکوشیمیایی، میکروبی (در حد استاندارد) و حسی بهتری داشت.

۵-منابع

[1] Tamime, A.Y. & Robinson, R.K. 1999. Yogurt science and technology.CRC Press, Boca Raton.

[2] Mortazavian, S. & Sohrab Wendy, S. 2006. Probiotics and Probiotic Food Products, Tehran, Eta Publications, 131-174.

[3] Gibson, G.R. & Roberfroid, M.B. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. Journal of Nutrition, 125(6),1401-1412.

[4] Anal, A. K. and Singh, H. 2007. Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. Trends in Food Science and Technology. 18, 240-251.

[5] Tamime, A.Y. 2005. Probiotic Dairy Products, vol. 1, Blackwell Publishing, Oxford, UK.

[6] Marhamatizadeh, M.H., Rezazadeh, S., Kazemeini, F. & Kazemi, M.R. 2012. The study of probiotic juice product conditions supplemented by culture of Lactobacillus acidophilus and Bifidobacterium bifidum. Middle-East Journal of Scientific Research, 11(3), 287-295. (In Persian)

[7] Tsen. J., Huang, Y., Lin, Y.& King. V. 2007. Freezing Resistance Improvment of Lactobacillus Reuteri by Using Cell Immobilization. Journal of Microbiological Methods, 70,561-564.

[8] Farnworth. E. R, Mainville, I., Desjardins, M. P., Gadner, N., Fliss, I. & Champagne, C. 2007. Growth Of Probiotic Bacteria and Bifidobacteria in a Soy yogurt Formulation. International journal Food Microbiology,116,174-181.

[9] Yoon, K.Y., Woodams, E.E. & Hang, Y.D. 2006. Production of probiotic cabbage juice by lactic acid bacteria. Food Science and Technology, 97, 1427–1430.

[10] Sanders, M. 2003. Probiotics: Considerations for human health. Nutrition Foundation. 61, 91-99.

[11] Sopade, P. A. and Kassum, A. L. 1992. Rheological characterization of akamu a semi-fluid food
from maize millet and sorghum. Journal of Cereal Science, 15, 193-202.

[12] Shariatmadari Tehrani, H. & Sharifi, A. 2017. The study of the possibility of production of synbiotic yogurt containing Lactobacillus casei and fiber from basil and dill stems. Journal of Innovation in Food Science and Technology, 9(1), 1-13. (In Persian)

[13] Elleuch M, Bedigian D, Roiseux O, Besbes S, Blecker C & Attia H. 2010. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality & commercial applications: A review. Journal of Food Chemistry, 121, 174-185.

[14] Jannati, M., Fotouhi, R., Abad, A.P. & Salehi, Z. 2009. Genetic diversity analysis of Iranian citrus varieties using micro satellite (SSR) based markers. Journal of Horticulture and Forestry, 1(7), 120-125. (In Persian)

[15] Sendra, E., Fayos, P., Lario, Y., Ferna'ndez-Lo'pez, J. Sayas-Barbera, E. & Pérez-Alvarez, J. A. 2008. Incorporation of citrus fibers in fermented milk containing probiotic bacteria. Journal of Food Microbiology, 25, 13–21.

[16] Parmar, H. S. & Kar, A. 2007. Protective role of citrus sinensis, musa paradisiaca, and punica granatum peels against diet-induced atherosclerosis and thyroid dysfunctions in rats. Journal of Nutrition Research, 27, 710–718.

[17] Sayago-Ayerdi, S. G., Brenes, A. & Goni, I. 2009. Effect of grape antioxidant dietary fiber on the lipid oxidation of raw and cooked chicken hamburgers. LWT – Food Science and Technology, 42, 971–976.

[18] Azimi Mahalla, A., Zomordi, Sh., Mohammadi Thani, A. & Ahmadzadeh Ghavidel, R. 2014. Inoculation of orange fiber in strawberry and orange fruit yogurt by response level method. the first national conference on snacks, Mashhad, 10 and 11 May. (In Persian)

[19] Mahdian, A., Milani, A., Karagian, R. & Halajan, S. 2018. The study of the effect of fiber addition from sugar beet waste on rheological, physicochemical and viability characteristics of Lactobacillus acidophilus in frozen yogurt. Journal of Innovation in Food Science and Technology, 6(3, 47-58. (In Persian)

[20] Zumradi, Sh. 2012. Physicochemical, Rheological and Sensory Properties of Fruit Yogurt Enriched with Wheat Fiber. Journal of Food Industry Research (Agricultural Science), 22(4), 454-443. (In Persian)

[21] Karaca, O. B., Güzeler, N., Tangüler, H., Yaşar, K. & Akın, M. B. 2019. Effects of Apricot Fibre on the Physicochemical Characteristics, the Sensory Properties and Bacterial Viability of Nonfat Probiotic Yoghurts. Foods (Basel, Switzerland), 8(1), 33.

[22] Akalın, A. S., Kesenkas, H., Dinkci, N., Unal, G., Ozer, E. & Kınık, O. 2018. Enrichment of probiotic ice cream with different dietary fibers: Structural characteristics and culture viability. Journal of Dairy Science, 101(1), 37–46.

[23] Yahyaei Soofyani, Z., Hashemiravan, M. & Pourahmad., R. 2015. production of beverage based on probiotic fermented mixture of malt extract and red fruit juices. Advances in Environmental Biology, 9(2),762-769. (In Persian)

[24] Mousavi, Z.E., Mousavi, S.M., Razavi, S.H., Emam-Djomeh, Z. & Kiani, H. 2011. Fermentation of pomegranate juice by probiotic lactic acid bacteria. World Journal Microbiol Biotechnology, 27,123–128. (In Persian)

[25] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2006. Milk and its products - pH and acidity - Test method. Iranian National Standard No. 2852. (In Persian)

[26] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2008. Yogurt - Measuring the total amount of solids - Test method. Iranian National Standard No. 9874. (In Persian)
[27] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2019. Yogurt - Properties and Test Method. Iranian National Standard No. 695. (In Persian)
[28] Sahan. N., Yasar, K., & Hayaloglu, A.A. 2008. Physical, chemical & flavor quality of non-fat yogurt as affected by a b-glucan hydrocolloidal composite during storage. Food Hydrocolloids, 22, 1291–1297.
[29] Forgani, S., Peighambardoust, S. H. & Dastras, M. 2021. Study of physicochemical and organoleptic characteristics of set yogurt made from millet milk and low-fat milk. Journal of Food Science and Technology, 18(110), 27-36. (In Persian)
[30] Badri, M. & Alizadeh, A. 2016. Growth and survival of Lactobacillus acidophilus in low-fat mixed yogurt containing barley beta-glucan. Journal of Food Hygiene. 6 (3), 23, 55-66. (In Persian)
[31] Hassan, A.N., Frank, J.F., Schmidt, K.A. & Shalabi, S.I. 1996. Textural Properties of yoghurt made with encapsulates non ropylactic cultures. Journal of Dairy science, 79, 2098-2103
[32] Tavakoli, M. 2013. The effect of adding wheat and barley fibers on physicochemical and survival properties of Lactobacillus acidophilus (LA5) in yogurt, Second National Conference on Food Science and Technology, Quchan. (In Persian)
[33] Tohidzadeh, M., Zomordi, Sh., Elhami Rad, A. H. & Khosrowshahi Asl, A. 2014. The effect of carrot fiber on the survival of Lactobacillus casei and the quality of apricot fruit yogurt using the response surface methodology. Innovation in Food Science and Technology, 6 (1), 122-113. (In Persian)
[34] Haddad, M. A. 2017.Viability of Probiotic Bacteria during Refrigerated Storage of Commercial Probiotic Fermented dairy products marketed in Jordan. Journal of Food Research, 6(2), 75-81.
[35] Samadi, J. Z., Qajarbeygi, P. & Khaksar, R. 2013. Effect of prebiotic beta-glucan composite on physical, chemical, rheological and sensory properties of set-type low-fat Iranian yogurt. Basic and Applied Scientific Research., 3(1), 205-210. (In Persian)
[36] Everett, D.W. and McLeod, R.E. 2005. Interactions of polysaccharide stabilizers with casein aggregates in stirred skim milk yoghurt. International Dairy Journal, 15, 1175-1183.
[37] Staffolo, M., Dello, Bertola, N., Martino, M. & Bevilacqua, Y. A. 2004. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. International Dairy Journal, 14(3), 263-268.
[38] Mejri, W., Bornaz, S., & Sahli A. 2014. Formulation of non-fat yogurt with β-glucan from spent brewer's yeast. Journal of Hygienic Engineering and Design (JHED), 8, 163-73.
[39] Shafiei, y. 2016. Study of physicochemical and sensory changes of probiotic yogurt containing Lactobacillus plantarum free and finely coated during storage. Journal of Innovation in Food Science and Technology, 8(1), 101-114. (In Persian)
[40] Yazıcı., F. & Akgün A. 2004. Effect of some protein-based fat replacers on physical, chemical, textural, and sensory properties of strained yoghurt. Journal of Food Engineering, 62, 245-254
[41] Alirezalo, K., Hesari, J., Sadeghi, M. H. & Rezaei, A. 2015. Investigation of Qualitative and Durability Characteristics of Colorful Yogurt Enriched with Sugar Beet Extracts, Spinach and Tomato, Journal of Food Industry Research, Volume 25, Number 2, Pages 297-283. (In Persian)
[43] Gheybi, N. & Ashrafi Yorganloo, R. 2019. The effect of Inulin and Quince seed gum powder on the physicochemical and qualitative properties low fat yogurt. Iranian Journal of Biosystem Engineering, 50(11), 963-975. (In Persian)
[44] Hashemi Gahruie, H., Ghiasi, F., Eskandari, M., & Majzoobi, M. (2016). Evaluation of oven drying effects on physicochemical and nutritional properties of wheat germ as a functional food supplement. Journal of Food Research, 26(1), 37-47. (In Persian)
[45] Amiri Aghdaei, S., Aelami, M. & Rezaei, R. 2010. Influence of Fleawort Seed Hydrocolloid on Physicochemical and Sensory Characteristics of Low-fat Yoghurt. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 6(3), 201-209. (In Persian)
[46] Hekmat, S. & Reid, G. 2006. Sensory properties of probiotic yogurt are comparable to standard yogurt. Nutrition Research, 26, 163-166. (In Persian)
[47] Heshmati, A., Hasani, S., Sari, A.A. & Karami, M. 2016. Effect of prebiotics oat and rice bran on Lactobacillus in Low-fat yogurt. Iranian Journal of Nutrition Science& Food Technology, 11(2), 105-112.
[48] Ozcan, T. & Kurtuldu, O. 2014. Influence of dietary fiber addition on the properties of probiotic yogurt. International Journal of Chemical Engineering and Application, 5(5), 397-401.
[49] Temesgen, M. & Yetneberk, S. 2015. Effect of application of stabilizers on gelation and synersis in yogurt. Journal of Food Science and Quality Management, 37, 90-102.
[50] Narender Raju, P. & Dharam, P. 2009. The physico-chemical, Sensory, and Textural properties of Misti Dahi prepared from reduced fat Buffalo milk. Food and Bioprocess Technology, 2(1), 101-108.
[51] Yademellat, M., Jooyandeh, H. & Hojjati, M. 2017. The effect of application of persian and Balangu-Shirazi gums on textural properties of low-fat yogurt. Journal of Food Research, 27(4), 178-181. (In Persian)

.

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

The study of the Survival of *Lactobacillus acidophilus* in synbiotic stirred yogurt using lemon fiber

Samira Sajadi[1], Alireza Shahab Lavasani[2*], Bijan Khorshidpour Nobandegani[3]

1. Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Varamin –Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

2. Associate Professor Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Varamin –Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

3.Assistant Professor Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Varamin – Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received:2022/1/12

Accepted:2022/3/3

Keywords:

Lemon fiber,

Lactobacillus acidophilus,

Synbiotic, Stirred yogurt.

DOI: **10.22034/FSCT.22.161.137.**

*Corresponding Author E-

shahabam20@yahoo.com

ABSTRACT

The aim of this study was to measure the physicochemical, microbial and sensory properties of synbiotic stirred yogurt containing lemon fiber and probiotic bacterium Lactobacillus acidophilus during 20 days of storage. Sensory characteristics on days 0, 10 and 20 were evaluated by 5 trained panelists with 5 treatments (0.25, 0.5, 0.75 and 1 percentage of lemon fiber) The observed data were analyzed by SPSS.21 software. All experiments were performed in triplicate and Duncan multiple range tests with a confidence interval of 95% was used to compare the means. Excel software was used to draw the charts. According to the results, the effect of sample type and storage time on acidity, pH, synersis, dry matter, viscosity, bacterial viability and sensory indices (except for the effect of storage time on the overall acceptance) was significant ($p \leq 0.05$). Physicochemical, microbial and sensory results showed that with increasing lemon fiber content, pH, synersis and sensory indices decreased and acidity, dry matter, viscosity, and survival of probiotic bacteria increased. Also, with increasing storage time, pH, viscosity, probiotic bacterial viability and sensory indices decreased and acidity, synersis and dry matter content increased. The fat content of all treatments within all storage periods was 0.5%. According to the results of sensory evaluation and also considering probiotic bacterial viability, the treatment containing 0.25% lemon fiber was introduced as the superior treatment.