مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی ماست بدون چربی غنی شده با فیبر بامبو

زهرا نیک اقبال[۱]، درنوش جعفرپور*[۲]

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، ایران

[۲] استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۲/۹

کلمات کلیدی:

ماست بدون چربی،

ارزیابی حسی،

بامبو،

فیبر،

خصوصیات فیزیکوشیمیایی.

DOI: 10.22034/FSCT.20.136.64

DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.136.6.4

* مسئول مکاتبات:

d.jafarpour84@yahoo.com,

Do.Jafarpour@iau.ac.ir

چکیده

فیبرهای حاصل از ضایعات میوه‌ها و غلات منابع با ارزشی در تهیه محصولات فراسودمند مختلفی مانند ماست هستند. با توجه به اهمیت مصرف فیبرها در تامین سلامتی، هدف از انجام این پژوهش بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی ماست بدون چربی غنی شده با فیبر بامبو بود. برای این منظور فیبر بامبو با درصدهای ۱، ۲ و ۳ درصد به ماست بدون چربی افزوده شد و آزمون‌های pH، اسیدیته، مقدار ماده خشک کل، پایداری، ویسکوزیته، رنگ‌سنجی و ارزیابی حسی در طی ۳ هفته نگهداری در یخچال (دمای ۴±۱ درجه سلسیوس) انجام پذیرفت. نمونه‌های تولیدی با ماست بدون چربی و ماست پرچرب بدون افزودنی فیبر مقایسه شدند. آنالیز داده‌های بدست آمده نشان داد که افزودن فیبر به نمونه‌های ماست باعث افزایش معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) میزان اسیدیته، ماده خشک کل، ویسکوزیته، شاخص رنگی L، a و b در مقایسه با نمونه‌های شاهد بدون چربی و پرچرب شد. به علاوه، نتایج نشان داد که افزودن فیبر در نمونه‌های ماست باعث کاهش معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) میزان آب‌اندازی می‌شود، به این صورت که ماست شاهد بدون چربی با ۱۲/۳ درصد و نمونه حاوی ۳٪ فیبر با ۸/۵۸ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین میزان آب‌اندازی را در روز نخست تولید نشان دادند. در بررسی ارزیابی حسی، نمونه حاوی ۲ درصد فیبر بامبو با بالاترین امتیاز به عنوان بهترین نمونه معرفی گردید. لذا استفاده از فیبر بامبو با غلظت ۲ درصد علاوه بر بهبود ویژگی‌های بافتی، فیزیکی و شیمیایی ماست، رضایت مصرف‌کننده را نیز می‌تواند به دنبال داشته باشد. از این رو می‌توان از فیبر بامبو در فرمولاسیون لبنیات از جمله ماست بهره برد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.6.4]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.64]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.6.4]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.64]

۱- مقدمه

امروزه اکثر مصرف‌کنندگان نه تنها به سالم بودن غذا و ارزش تغذیه‌ای آن توجه دارند بلکه در رابطه با تاثیر سلامت بخشی آن نیز علاقه‌مند هستند. امروزه مشخص شده است که یک رژیم پرکالری با فعالیت بدنی ناکافی باعث افزایش وزن یا چاقی می‌گردد که می‌تواند عامل بروز بیماری‌های مختلف از جمله دیابت، افزایش فشار خون، بیماری‌های قلبی و حتی سرطان باشد. ارتباط آشکار رژیم غذایی و سلامتی، اهمیت مصرف غذای سالم را نشان می‌دهد [۱].

ماست مشهورترین فرآورده تخمیری حاصل از شیر در سراسر جهان است. در واقع ماست یکی از فرآورده‌های منعقده‌ی شیر است که به وسیله تخمیر اسید لاکتیک و در نتیجه فعالیت *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس*[1] و *استرپتوکوکوس ترموفیلوس*[2] حاصل می‌شود [۲]. از دیرباز محصولات لبنی به دلیل خواص مطلوب تغذیه‌ای، ماندگاری بالا، عطر و طعم منحصر به فرد و خواص درمانی نقش به سزایی در تغذیه خانواده‌ها داشته‌اند. یکی از مهمترین اهداف کارخانه‌های لبنی تولید محصولی با کیفیت مناسب از لحاظ ظاهر، بافت، طعم و ماندگاری بالا می‌باشد، اما کاهش و یا حذف گلبول‌های چربی شیر تاثیرات نامطلوبی بر خصوصیات حسی و بافتی فرآورده دارد [۳]. از جمله مهمترین این عیوب می‌توان به کاهش ویسکوزیته، افزایش آب‌اندازی، سستی بافت و افزایش دانه‌ای شدن لبنیات اشاره کرد. روش‌های مختلفی برای رفع این عیوب پیشنهاد شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به تغییر فرمولاسیون ماست با استفاده از جایگزین‌های چربی و یا کنترل شرایط تولید مانند کنترل دمای تیمار حرارتی اشاره‌کرد [۴]. جایگزین‌های چربی مبتنی بر پایه کربوهیدراتی و پروتئینی، کالری کمتری نسبت به چربی طبیعی ایجاد می‌کنند و خصوصیات حسی، فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی محصولات را بهبود می‌بخشند [۵]. در دهه اخیر انجمن‌های تغذیه‌ای استفاده مواد غذایی حاوی فیبر و مصرف حداقل ۳۸ گرم فیبر رژیمی برای مردان و ۲۸ گرم برای زنان را توصیه کرده‌اند [۶ و ۷].

فیبر به معنی الیاف است که به‌عنوان مواد سخت و حجیم شناخته شده و شامل همه قسمت‌های گیاهی است که بدن نمی‌تواند آن را هضم و جذب کند. فیبر به دو دسته تقسیم می‌شود که شامل فیبر نامحلول (مانند سلولز، همی سلولز، لیگنین) و فیبرهای محلول (مانند پکتین) می‌باشد [۸]. بامبو (Bambuseae) با نام علمی (*Bambusa Vulgaris*) متنوع‌ترین تبار از گیاه بامبو است که گیاهی چندساله از تیره گندمیان است. ساقه‌های بامبو کالری کمی دارند اما سرشار از فیبر غذایی و عناصر مختلف معدنی هستند. طبق مشاهدات، فیبر غذایی موجود در گونه‌های بامبو بسیار بیشتر از سبزیجات معمولی است که مردم به طور روزانه استفاده می‌کنند. فیبر بامبو شامل اولیگوساکاریدها، لیگنین و پلی ساکاریدهاست [۹]. این فیبر به دلیل داشتن لیگنین عامل مهمی در جلوگیری از ابتلا به سرطان و کاهش کلسترول محسوب می‌شود. به علاوه، این فیبر خطر ابتلا به بیماری‌های روده را کاهش می‌دهد. فیبر ساقه‌های بامبو منبعی غنی از پتاسیم است و سبب نرمال‌سازی فشار خون و بهبود ضربان قلب می‌شود. همچنین از کاربردهای فیبر بامبو می‌توان به استفاده آن در تولید غذاهای عملگرا اشاره نمود [۱۰]. مطالعات نشان داده‌اند که بامبو منبع غنی از مواد مغذی، ترکیبات فعال زیستی و آنتی اکسیدان‌هاست. فنل‌ها، فلاوونوئیدها، ویتامین‌های E و C از جمله آنتی اکسیدان‌های غالب در شاخه‌های بامبو هستند [۷]. به علاوه، مشخص شده است که فیبر گیاه بامبو دارای خواص ضد دیابتی، ضد قارچی و ضد باکتریایی است [۱۱].

اخیرا محققان به پتانسیل فیبر بامبو به عنوان یک غذای مغذی پی برده‌اند. Khoshkish و همکاران (۲۰۲۲)، در یک

1. *Lactobasillus bulgaricus*
2. *Streptococcus thermophilus*

پژوهش به بررسی امکان تولید شکلات صبحانه، در طی جایگزینی روغن با فیبر بامبو پرداختند و گزارش کردند که جایگزینی روغن با فیبر تا ۸/۵ درصد اثر معنی‌دار روی مقادیر pH و فعالیت آبی ندارد. بر طبق نتایج ارزیابی حسی، گزارش کردند که شکلات صبحانه تهیه شده با ۴/۵ درصد فیبر بامبو می‌تواند جایگزین مناسبی برای چربی در شکلات صبحانه باشد و فرمول بهینه قادر است ۶/۳۵ درصد مقادیر کالری محصول را کاهش دهد [۱۲]. در مقاله‌ای Askarizadeh و Bakshizadeh Shirazi (۲۰۲۱)، به بررسی خواص شیمیایی و ارگانولپتیکی همبرگر ٪۸۵ گوشت قرمز حاوی فیبر بامبو در اندازه ذرات مختلف پرداختند. آن‌ها بیان کردند که تغییر سایز در محدوده ۲۰۰ تا ۴۰۰ میکرومتر در یک نمونه حاوی فیبر تاثیر معنی‌داری در جمع‌شدگی ندارد. به علاوه، با توجه به نتایج ارزیابی حسی نشان دادند که با افزایش اندازه ذرات فیبر بامبو کیفیت محصول ارتقا یافته و منجر به افزایش بهره‌وری می‌گردد [۱۳]. همچنین، کاربرد سایر فیبرها در محصولات لبنی مورد بررسی قرار گرفته است. Dabija و همکاران (۲۰۱۷)، در پژوهشی به بررسی تأثیر افزودن چهار نوع مختلف فیبر غذایی (اینولین، نخود، جو و گندم) بر ویژگی‌های رئولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و حسی ماست پرداختند. آن‌ها گزارش کردند که می‌توان ماست‌های حاوی اینولین و فیبر نخود را بدون تغییر ویژگی‌های تکنولوژیکی و با کیفیت مناسب برای مصرف‌کنندگان تولید کرد و با افزودن فیبر در ماست می‌توان راهی برای گنجاندن فیبرهای غذایی در رژیم غذایی انسان در نظر گرفت [۸]. همچنین مطالعات دیگری در مورد افزودن فیبر سیر و جو در ماست [۱۴]، فیبر حاصل از چغندر قند در بستنی [۱۵]، فیبرهای حاصل از ضایعات آناناس، انار و گندم در ماست سین‌بیوتیک [۱۶]، فیبر مرکبات در شیرهای تخمیری [۱۷]، فیبر خرما درتولید ماست [۵] و ... انجام شده است.

با توجه به فواید سودمند فیبرها بر سلامت انسان، کاربرد فیبرهای غذایی در رژیم‌های غذایی از اهمیت بالایی برخوردار است. تاکنون، گزارشی در مورد تاثیر افزودن فیبر بامبو در ماست بدون چربی منتشر نشده است. از این رو، در این مطالعه از فیبر بامبو برای تولید ماست بدون چربی استفاده شد و تاثیر آن بر خواص فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی محصول تولیدی بررسی شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

شیر پاستوریزه گاو با چربی کمتر از ۰/۵ درصد از شرکت لبنیات پانل، شیر خشک بدون چربی از شرکت مانی ماس، استارتر از شرکت کریستین هانسن دانمارک، فیبر بامبو BF200 از شرکت سی آر ای تهیه شدند.

۲-۲- تولید ماست

ابتدا شیر ۳/۲ درصد چربی توسط سپراتور خامه‌گیری و تبدیل به شیر بدون چربی شد و سپس تا دمای پاستوریزاسیون ۷۵ درجه سلسیوس حرارت داده و سپس شیر خشک بدون چربی به میزان ۲٪ به آن اضافه گردید. بعد از هموژنیزاسیون، شیر به مدت۲۰ دقیقه در دمای ۹۰ درجه سلسیوس پخت داده شد و پودر فیبر بامبو به صورت مستقیم در سه سطح مختلف ۱، ۲ و ۳ درصد افزوده شد. سپس در دمای ۴۵ درجه سلسیوس استارتر مخصوص ماست به میزان ۲٪ اضافه و در ظرف مخصوص ریخته و بسته‌بندی گردید. ظروف پرشده در دمای ۴۵ درجه سلسیوس به مدت ۳ ساعت نگهداری شدند و بعد از انعقاد محصول و رسیدن به اسیدیته مناسب به سردخانه ۴ درجه سلسیوس انتقال داده شدند. در طول نگهداری در فواصل زمانی ۱، ۷، ۱۴ و ۲۱ روز نمونه‌های تولیدی مورد آزمایش قرار گرفتند و با نمونه‌های شاهد بدون چربی (بدون افزودن فیبر) و شاهد پرچرب ۳/۲٪ چربی (بدون افزودن فیبر) مقایسه شدند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.6.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.64]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.6.4]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.64]

۲-۳- اندازه‌گیری pH

میزان pH نمونه‌ها طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ در طی مدت نگهداری اندازه‌گیری شد. از دستگاه pH متر (Knick مدل 766، آلمان) برای اندازه‌گیری pH استفاده گردید. بدین منظور، ۱۵ گرم از نمونه هموژن و یکنواخت شده و در ۱۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به خوبی مخلوط گردید. سپس ۲ دقیقه در حالت سکون نگه داشته شد و با کاغذ صافی مخلوط بالا صاف شد. pH محلول صاف شده با استفاده از pH متر اندازه‌گیری شد [۱۸].

۲-۴- اندازه‌گیری اسیدیته

میزان اسیدیته نمونه‌ها طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ در طی مدت نگهداری اندازه‌گیری شد. برای تعیین اسیدیته، مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از نمونه‌ها با معرف فنل فتالئین و سدیم هیدروکسید ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی تیتر شد و نتایج برحسب اسید لاکتیک گزارش گردید [۱۸].

$$\mathbf{A = \frac{V \times 0/0064 \times 100}{m}} \quad \text{-۲}$$

A= اسیدیته کل بر حسب اسید سیتریک، بر حسب گرم بر صد گرم،

V= حجم مصرفی هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال بر حسب میلی‌لیتر،

m= وزن نمونه بر حسب گرم.

۲-۵- اندازه‌گیری ماده خشک کل

۳- با استفاده از تبخیر در آون (مدل UF110/UN110، کمپانی MEMMERT) طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۱۳۲۸ اندازه‌گیری ماده خشک انجام شد. ابتدا پلیتی به مدت ۱ ساعت در آون ۱۰۵ درجه سلسیوس قرار داده شد تا به وزن ثابت برسد. سپس در دسیکاتور سرد و با ترازو وزن شد. حدود ۵ گرم نمونه در آن وزن و مجددا داخل آون ۱۰۵ درجه سلسیوس به مدت ۳ ساعت قرار داده شد تا به وزن ثابت برسد. بعد از سرد کردن در داخل دسیکاتور، نمونه وزن شده و از فرمول زیر درصد ماده خشک آن محاسبه شد [۱۹].

$$\text{۴- درصدماده‌خشک} = \frac{\text{وزن پلیت خالی–وزن نهایی نمونه همراه با پلیت}}{\text{وزن نمونه}} \times \mathbf{100}$$

۲-۶- درصد آب‌اندازی

جهت اندازه‌گیری میزان آب‌اندازی ماست، ۲۵ گرم نمونه روی کاغذ صافی واتمن شماره ۴۱ توزین شد و روی قیف قرار گرفت. میزان آب خارج شده از قیف پس از ۱۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سلسیوس با عنوان آب‌اندازی بیان گردید که بر حسب گرم آب در صد گرم نمونه بیان شد [۲].

۲-۷- اندازه‌گیری ویسکوزیته

به منظور اندازه‌گیری ویسکوزیته نمونه‌ها از ویسکومتر بروکفیلد (مدل DVII-RV، ساخت آمریکا) استفاده شد. مقدار ۵۰۰ گرم نمونه درون بشر ۶۰۰ میلی‌لیتر ریخته و در دمای اتاق (۲۵ درجه سلسیوس) با استفاده از اسپیندل شماره ۴ و درسرعت ۶ دور در دقیقه میزان ویسکوزیته نمونه‌ها بر حسب سانتی پوآز گزارش شد [۲۰].

۲-۸- رنگ سنجی

به منظور اندازه‌گیری ویژگی‌های رنگی نمونه‌های مختلف ماست، نمونه‌ها در جعبه با دیواره‌های سفید با ابعاد (۵۰×۵۰×۵۰) قرار داده شدند. درون جعبه از یک لامپ فلورسنت کم-مصرف با توان ۲۰ وات با نور سفید استفاده گردید. توزیع نور درون جعبه کاملاً یکنواخت بود. عکس-برداری به‌وسیله یک دوربین دیجیتالی با فاصله ۳۰ سانتی-

متر از نمونه و عمود برآن درون جعبه انجام گردید. تصاویر بدست آمده به نرم‌افزار فتوشاپ منتقل و مولفه‌های رنگ (*L، *a و *b) آن‌ها بدست آمد. مولفه رنگ *L بیانگر روشنایی (Lightness)، مولفه رنگ *a نشان‌دهنده میزان سبزی و قرمزی (Redness-Greeness) و مولفه رنگ *b میزان آبی و زرد (Yellowness–Blueness) را نشان می‌دهد. سپس مؤلفه‌های رنگ برای آنالیز آماری استفاده شد [۲۱].

۲-۹- ارزیابی حسی

پس از آموزش‌های مقدماتی تعداد ۱۵ نفر (زن و مرد) به عنوان ارزیاب انتخاب و با استفاده از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای، از بسیارمطلوب (۵) تا بسیارنامطلوب (۱) نمونه-های ماست تهیه شده در روز نخست به لحاظ رنگ، بافت، مزه و طعم و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این آزمون به هر ارزیاب یک نمونه کدگذاری شده به همراه یک لیوان آب و یک فرم امتیازدهی داده شد. ارزیابان تمام نمونه‌ها را به صورت تصادفی ارزیابی نمودند [۲۲].

۲-۱۰- آنالیز آماری

آزمایشات در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. نتایج ابتدا در معرض تجزیه واریانس یکطرفه قرار گرفت و سپس برای مقایسه میانگین‌ها و بررسی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۹۵٪ استفاده گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شد. منحنی-های مربوطه در محیط EXCEL توسط نرم‌افزار OFFICE نسخه ۲۰۱۳ رسم شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تغییرات pH

pH معیاری برای پایان عمل تخمیر می‌باشد. آنالیز داده‌های اندازه‌گیری pH در شکل ۱ نشان داده شده است. طبق نتایج به دست آمده مشخص گردید که نمونه‌های ماست دارای pH در محدوده ۴/۰۸ تا ۴/۲۴ بوده است و طی مدت زمان نگهداری کاهش معنی-داری را از خود نشان دادند ($P<0/05$). pH ماست حاوی ۳٪ فیبر در روز نخست از ۴/۲۱ به ۴/۰۸ در روز ۲۱ نگهداری رسیده است و در مقابل ماست شاهد بدون چربی کاهش pH کمتری در مقایسه با نمونه‌های تیمار داشت. این نتایج نشان‌دهنده عدم تاثیر منفی فیبر بر کیفیت نمونه‌های ماست جهت افزایش یا کاهش بیش از حد استاندارد (میزان بیشینه ۴/۶) است. Fernandez-Garcıa و McGregor (۱۹۹۷) در مقایسه با گروه شاهد کاهشی را در میزان pH ماست-های حاوی سویا، چغندرقند و فیبر برنج یافتند. آن‌ها گزارش کردند که برخی از فیبرها می‌توانند مواد مغذی یا عوامل محرک رشد را برای کشت آغازگر تامین کنند و اسید لاکتیک بیشتر تولید می‌کنند؛ از این رو با افزایش میزان فیبر، میزان pH کاهش یافته است [۲۳]. به علاوه، مشخص شده است که استفاده از فیبرهای سیب و خرمالو در تولید ماست پروبیوتیک باعث کاهش pH در مدت زمان نگهداری ماست می‌شود. کاهش pH با افزایش زمان ماندگاری به دلیل فعالیت استارترهای ماست بوده که با تخمیر کربوهیدرات، ترکیبات قابل‌هضم‌تر برای استارترها زودتر تجزیه شده و تولید استات و لاکتات را افزایش می‌دهد [۲۴].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.6.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.64]

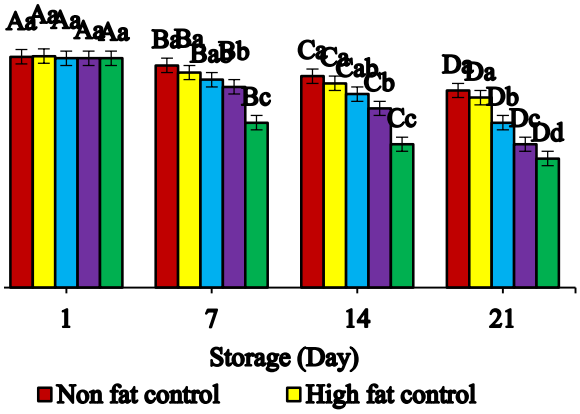

Fig. 1. pH values of yogurt samples during the storage of 21 days storage at refrigerator . The same lowercase letters are not significantly different between different treatments for each day at $P > 0.05$. Values of the same treatment, followed by the same uppercase letter are not significantly different at $P > 0.05$.

۳-۲- تغییرات اسیدیته

اسیدیته فرآورده‌های شیری تحت تاثیر تعادل میان ترکیبات نیتروژنی محصولات، ناشی از واکنش پروتیولیتیک و اسید لاکتیک، ناشی از فعالیت تخمیری باکتری‌های اسید لاکتیک قرار می‌گیرد [۲۵]. نتایج بدست آمده از آنالیز داده‌های اندازه‌گیری اسیدیته در شکل ۲ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در روز نخست تولید، اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌های مورد آزمایش وجود نداشت ($P>۰/۰۵$) اما در روزهای دیگر (۷، ۱۴ و ۲۱)، با افزایش درصد فیبر بامبو میزان اسیدیته نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری بیشتر از نمونه شاهد بدون چربی و شاهد پرچرب بود ($P<۰/۰۵$). به علاوه با توجه به داده‌ها، پس از گذشت مدت زمان نگهداری، میزان اسیدیته نمونه‌های ماست افزایش معنی‌داری داشته است ($P<۰/۰۵$)؛ به صورتی که نمونه ماست حاوی ۳٪ فیبر با بیشترین افزایش از ۰/۸۴ (درصد اسید لاکتیک) در روز نخست به ۱/۲۲ (درصد اسید لاکتیک) در روز ۲۱ از دوره نگهداری رسید. میزان pH و اسیدیته به عنوان بخشی از خواص فیزیکوشیمیایی مهم ماست در این مطالعه بررسی شدند که بین گروه‌های مختلف در ماست‌ها اختلاف معنی-داری مشاهده شد. کاهش pH و افزایش اسیدیته ماست نسبت به نمونه شاهد به دلیل مواد کربوهیدراتی موجود در فیبر می‌باشد و با افزایش غلظت آن در ماست، استارتر موجود در ماست این مواد را تخمیر و مصرف کرده و باعث کاهش pH و افزایش اسیدیته در طی زمان نگهداری می‌شود [۴]. شرایط ماندگاری، افزایش فعالیت متابولیکی باکتری‌ها، مصرف لاکتوز و تولید اسید لاکتیک، تجزیه اسیدهای چرب و ترکیبات مختلف فیبرها در تغییرات pH و اسیدیته طی نگهداری ماست مؤثر می‌باشند [۱۶]. در طی مطالعه‌ای نشان داده شد که افزودن ۱ درصد فیبر آناناس به ماست موجب افزایش معنی‌دار مقادیر اسیدیته شد در حالیکه بر روی pH اثر معنی‌داری نداشت [۲۶]. کاهش معنی‌دار pH تحت تأثیر افزایش فیبر گندم در ماست نیز گزارش شده است [۲۷]. در مطالعه‌ی دیگری مشاهده شد که استفاده از فیبر پرتقال اثر معنی‌داری بر مقادیر pH و اسیدیته ماست میوه‌ای نداشته اما در طول زمان نگهداری به‌طور معنی‌داری میزان pH و اسیدیته به ترتیب کاهش و افزایش یافته است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد [۲۸].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.6.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.64]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.6.4]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.64]

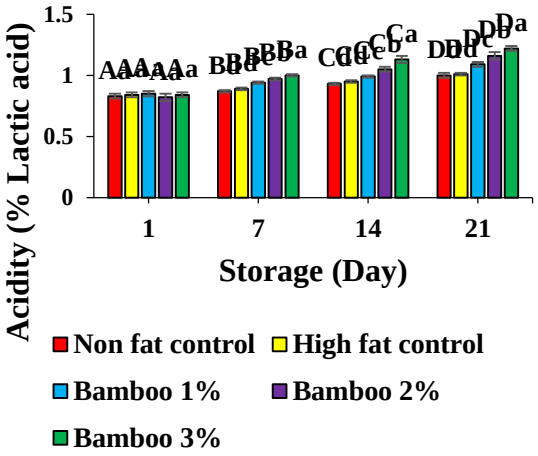

Fig. 2. Changes in acidity (% lacic acid) of yogurt samples during the storage of 21 days storage at refrigerator

The same lowercase letters are not significantly different between different treatments for each day at $P > 0.05$. Values of the same treatment, followed by the same uppercase letter are not significantly different at $P > 0.05$.

۳-۳- تغییرات ماده خشک کل

نتایج بدست آمده از آزمون اندازه‌گیری ماده خشک کل نمونه‌های ماست در شکل ۳ آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش میزان فیبر در نمونه‌های ماست، میزان ماده خشک کل افزایش معناداری داشته است (P<۰/۰۵). به صورتی که در روز نخست، میزان ماده خشک کل در نمونه شاهد با ۱۰/۷ درصد کمترین و نمونه ۳٪ فیبر با ۱۳/۳۴ درصد بیشترین میزان ماده خشک را داشتند. مواد جامد کل، میزان مواد آلی و غیرآلی در یک ماده است [۱۴]. به نظر می‌رسد فیبر به دلیل داشتن مواد معدنی و مواد آلی بسیار زیاد، باعث افزایش میزان مواد جامد کل در نمونه‌های ماست شده است. از طرف دیگر، گذشت زمان تاثیر معنی‌داری بر میزان ماده خشک نمونه‌های ماست نداشته است (P ≥۰/۰۵). مطالعات Vahid-Moghadam و همکاران (۲۰۱۳)، نشان داد که با افزایش درصد فیبر گندم، ماده خشک ماست طعم‌دار بدون چربی افزایش یافت [۴]. نتایج حاصل از مطالعه حاضر با نتایج Jafarpour و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی تولید نوشیدنی ماست طعم‌دار با استفاده از جایگزینی شیره خرما و انجیر، Karaca و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی اثر فیبر سیب و خرمالو در ماست بدون چربی و Nekoueian و Jafarpour (۲۰۲۱)، در بررسی امکان استفاده از آرد موز سبز در ماست سین-بیوتیک کم چربی مشابه بود [۲۹ و ۲۴ و ۲].

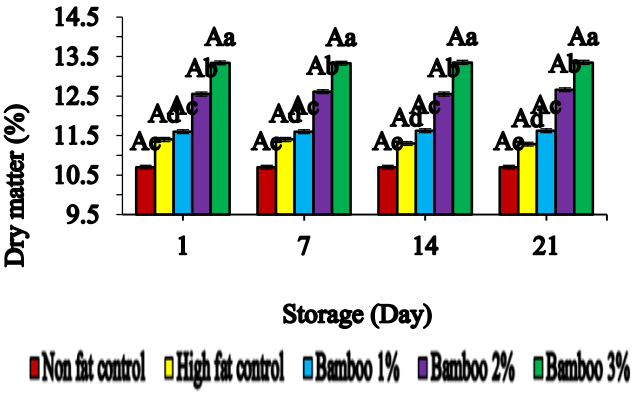

Fig. 3. Changes in dry matter (%) of yogurt samples during the storage of 21 days storage at refrigerator

The same lowercase letters are not significantly different between different treatments for each day at $P > 0.05$. Values of the same treatment, followed by the same uppercase letter are not significantly different at $P > 0.05$.

۳-۴- تغییرات میزان آب‌اندازی

آنالیز داده‌های بدست آمده از آزمون پایداری نمونه‌های ماست در شکل ۴ آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود افزودن فیبر در نمونه-های ماست باعث کاهش معنی‌دار (P<۰/۰۵) میزان آب جدا شده (سینرسیس) می-شود. به این صورت که ماست شاهد بدون چربی با ۱۱ درصد و نمونه حاوی ۳٪ فیبر با ۷/۵۸ درصد کمترین میزان خروج آب در روز نخست تولید را از خود نشان داده‌اند. توانایی فیبرها در اتصال به مولکول‌های آب و

تداخل با اجزای شیر به ویژه پروتئین‌ها و در نتیجه پایداری شبکه پروتئین‌ها می‌تواند از حرکت آزادانه آب جلوگیری کرده و منجر به کاهش سینرسیس شود [۳۰].

همچنین میزان آب‌اندازی نمونه شاهد پرچرب از نمونه شاهد بدون چربی کمتر گزارش شده است. برخی از محققان با افزایش میزان چربی، کاهش آب‌اندازی ماست را مشاهده کردند و بیان کردند که با افزایش چربی ماست، ماده جامد کل و در نتیجه سفتی محصول افزایش می‌یابد که موجب کاهش آب‌اندازی می‌شود [۳۱]. Dabija و همکاران (۲۰۱۷)، نشان دادند که ماست حاوی فیبر نخود سینرسیس کمتری نسبت به نمونه‌های بدون فیبر داشت [۸]. Blecker و همکاران (۲۰۰۱)، نیز نشان دادند که استفاده از اینولین موجب کاهش سینرسیس در ماست و سایر شیرهای تخمیری می‌شود [۳۲]. ساختار ماست را می‌توان به صورت شبکه سه بعدی از زنجیره‌ها و خوشه‌های میسل‌های کازیین که شکل کروی خود را حفظ کردند، بیان کرد [۳۳]. علاوه بر این، Crispín-Isidro و همکاران (۲۰۱۵)، گزارش کردند که سینرزیس نمونه‌های ماست غنی شده با فیبر در مقایسه با نمونه شاهد بهبود یافت، به این دلیل که فیبرها توانایی تعامل از طریق پل‌های هیدروژنی با قسمت‌های باردار روی سطح پروتئین را دارند و از این طریق سینرزیس را کنترل می‌کنند [۳۴].

مطابق یافته‌ها، در طول زمان نگهداری درصد آب‌اندازی نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P<۰/۰۵$) اما با این وجود افزودن فیبر به نمونه‌ها باعث کاهش نرخ خروج آب از بافت ماست شده که نشان‌دهنده بهبود پایداری نمونه‌های ماست می‌باشد. به نظر می‌رسد که آب‌اندازی به میزان زیادی به ترکیبات کازیینی شیر و یا میزان افزودن فیبر ارتباط دارد [۳۳]. احتمالا افزایش آب‌اندازی در طول نگهداری مربوط به شل شدن بافت ماست در طی مدت زمان نگهداری و آزاد شدن آب متصل به پروتئین‌های آن باشد که تغییرات pH از حالت طبیعی نیز در این امر دخیل هستند و باعث دناتوره شدن ساختمان پروتئین‌ها می‌شوند. کاهش pH در اواخر دوره نگهداری باعث تغییر فرم طبیعی پروتئین شده و در اثر دناتوره شدن پروتئین‌ها، آب متصل به آن آزاد شده و سینرسیس افزایش می‌یابد [۳۱]. به طور مشابه Sah و همکاران (۲۰۱۵)، افزایش آب‌اندازی را در نمونه‌های ماست حاوی پودر پوست آناناس (به عنوان فیبر) در طی زمان نگهداری مشاهده کردند [۲۶].

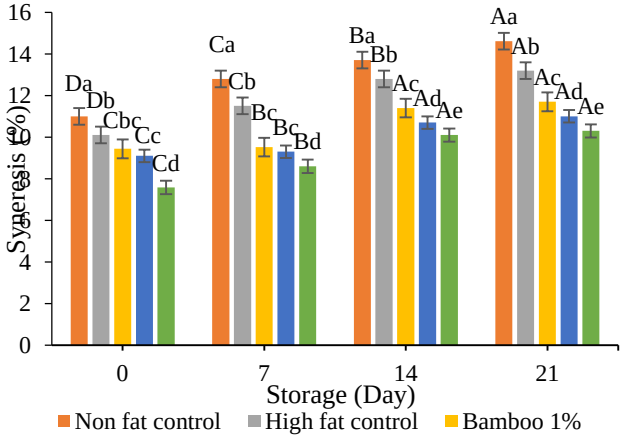

Fig. 4. Changes in the syneresis (%) of yogurt samples during the storage of 21 days storage at refrigerator

The same lowercase letters are not significantly different between different treatments for each day at $P > 0.05$. Values of the same treatment, followed by the same uppercase letter are not significantly different at $P > 0.05$.

۳-۵- تغییرات ویسکوزیته

شکل ۵، تغییرات ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های ماست را نشان می‌دهد. آنالیز واریانس داده‌های بدست آمده نشان می‌دهد که با افزایش میزان فیبر در نمونه‌های ماست، میزان ویسکوزیته افزایش معنی‌داری داشته است ($P<۰/۰۵$). به صورتی که نمونه ماست شاهد

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.6.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.64]

بدون چربی کمترین و نمونه حاوی ۳ درصد فیبر بیشترین میزان ویسکوزیته را دارا بوده است. در مقابل با گذشت مدت زمان نگهداری میزان ویسکوزیته نمونه‌های ماست کاهش معنی‌داری را نشان داده است ($P<0/05$). باگذشت زمان پروتئین‌ها شکسته شده، میزان اتصال آب کمتر شده و با افزایش اسیدیته و رسیدن pH به pH ایزوالکتریک هر یک از پروتئین‌های شیر، میزان ویسکوزیته کاهش می‌یابد. به علاوه، این کاهش ممکن است به دلیل عملکرد آنزیم‌های میکروبی بر روی ماتریکس میسل کازئین در طول دوره نگهداری باشد [۳۵]. همچنین نمونه شاهد پرچرب ویسکوزیته بالاتری نسبت به نمونه شاهد بدون چربی نشان داد؛ که این امر به دلیل ویسکوزیته بالای چربی می‌باشد که با قرار گرفتن در شبکه پروتئینی، باعث کاهش تحرک شبکه ژلی و افزایش قوام و ویسکوزیته ماست می‌شود [۳۶].

خاصیت اتصال با مولکول‌های آب در فیبرها باعث بهبود رفتارهای رئولوژیکی در مواد غذایی می‌شود. بدون شک، از ویژگی‌های کلیدی فیبرها، خاصیت هیدراته شدن یا جذب آب آن‌ها می‌باشد. جذب آب توسط فیبر بامبو توانایی رشد و متورم شدن و بالا بردن ویسکوزیته را باعث می‌شود [۳۷]. Ghasemi و Mahdian (۲۰۱۸)، در مطالعات انجام شده در مورد ارزیابی اثرات پری‌بیوتیکی فیبرهای حاصل از ضایعات آناناس، انار و گندم در ماست سین بیوتیک نشان دادند که یکی از نکات قابل توجه در استفاده از فیبر، افزایش ظرفیت نگهداری و کاهش درصد آب‌اندازی می‌باشد که این امر به خاصیت جذب آب توسط فیبر و اثر فیبر بر ویسکوزیته ماست نسبت داده می‌شود [۱۶]. Dello Staffolo و همکاران (۲۰۱۷)، نیز افزایش ویسکوزیته در طی افزودن فیبرهای گیاهی به دسر لبنی کم‌کالری و کاهش ویسکوزیته را در طی زمان نگهداری مشاهده کردند که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد [۳۸]. البته باید خاطرنشان کرد که عوامل گوناگونی نظیر درصد ماده خشک، میزان چربی و عوامل مکانیکی نظیر همگن‌سازی نیز بر میزان پایداری و ویژگی‌های رئولوژیکی فرآورده‌های تخمیری شیر تأثیرگذار است. در شرایط عادی، ناپایداری و کاهش ویسکوزیته در محصولات تخمیری لبنی ارزش غذایی آن را کم نمی‌کند ولی ظاهر طبیعی آن را نامطلوب می‌سازد [۳۹].

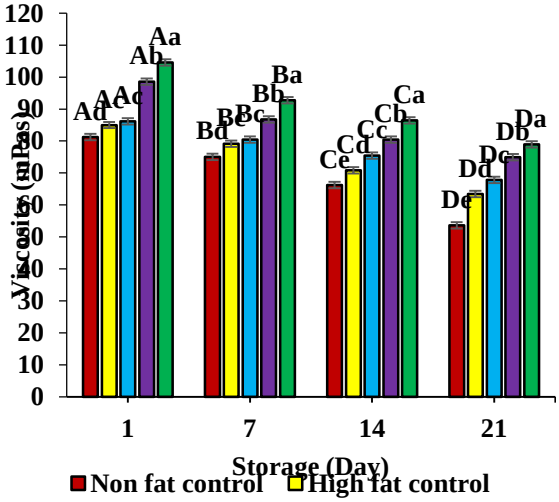

Fig. 5. Changes in the viscosity (mPas) of yogurt samples during the storage of 21 days storage at refrigerator

The same lowercase letters are not significantly different between different treatments for each day at $P > 0.05$. Values of the same treatment, followed by the same uppercase letter are not significantly different at $P > 0.05$.

۳-۶- نتایج رنگ‌سنجی

رنگ غذاها در سیستم L*a*b* اندازه‌گیری می‌شود. فضای رنگی L*a*b* یا CIELab یک استاندارد بین‌المللی برای اندازه‌گیری رنگ است که توسط کمسیون بین‌المللی روشنایی (CIE) در سال ۱۹۷۶ ارائه گردید. L* نشان‌دهنده روشنایی می‌باشد و بین ۰ و ۱۰۰ متغیر است و پارامترهای a* (از سبز تا قرمز) و b* (از آبی تا زرد) اجزای رنگی می‌باشند که بین ۱۲۰- تا ۱۲۰ متغییر هستند [۳۱]. نتایج آنالیز داده‌های ارزیابی رنگ نمونه‌های ماست در جدول‌های ۱-۳ آورده شده است. مطابق جدول ۱، شاخص L که میزان روشنایی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.6.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.64]

رنگ نمونه‌های ماست را نشان می‌دهد، با افزودن فیبر افزایش معنی‌داری را نشان داد ($P<۰/۰۵$). به صورتی که میزان شاخص روشنایی در نمونه شاهد با ۷۶/۴۲ کمترین و نمونه حاوی ۳ درصد فیبر با ۸۸/۵۵ بیشترین میزان را در روز نخست از خود نشان دادند. با گذشت مدت زمان نگهداری نیز میزان این شاخص کاهش یافته است. به صورتی که در پایان دوره نگهداری تمامی تیمارها و نمونه شاهد مقدار نزدیک و یکسانی گزارش دادند. Dello Staffolo و همکاران (۲۰۰۴)، نشان دادند که تیمارهای حاوی فیبر سیب کمترین روشنایی (اندیس L) و رنگ قهوه‌ای کاملا مشخصی داشتند [۳۸]. Seçkin و Baladura (۲۰۱۲)، نیز نشان دادند اندیس L و a نمونه‌های ماست حاوی فیبر گندم و بامبو بطور معنی-داری بیشتر از نمونه‌های حاوی سیب بود [۴۰].

Table 1. Changes in the lightness (L*) of yogurt samples during refrigeration

Day / Treatment	1	7	14	21
Non fat control	76.42 ± 2.61^{Aa}	79.79 ± 2.54^{Ba}	82.34 ± 2.67^{Cc}	85.64 ± 3.54^{Dd}
High fat control	85.05 ± 1.96^{Ac}	86.61 ± 0.28^{Bd}	84.80 ± 1.43^{Cd}	82.83 ± 1.37^{Dc}
Bamboo 1%	81.19 ± 3.52^{Ab}	79.54 ± 1.49^{Ba}	77.94 ± 1.9^{Ca}	74.59 ± 0.69^{Da}
Bamboo 2%	84.73 ± 2.37^{Ac}	81.24 ± 1.85^{Bb}	78.22 ± 2.11^{Ca}	75.14 ± 2.08^{Dab}
Bamboo 3%	88.55 ± 3.66^{Ad}	83.39 ± 2.18^{Bc}	80.04 ± 3.36^{Cb}	76.31 ± 2.81^{Db}

The same lowercase letters are not significantly different between different treatments for each day at $P > 0.05$. Values of the same treatment, followed by the same uppercase letter are not significantly different at $P > 0.05$.

جدول ۲ نتایج فاکتور a رنگ‌سنجی را نشان می‌دهد. فاکتور a که میزان تمایل به رنگ قرمزی را نشان می‌دهد، با افزایش میزان فیبر بامبو در نمونه‌های ماست افزایش معنی‌داری را نشان داده است ($P<۰/۰۵$). به صورتی که میزان این شاخص در نمونه حاوی ۳ درصد فیبر به ۰/۵۹ در روز نخست رسیده است. همچنین طی کردن دوره نگهداری افزایش معناداری بر میزان این فاکتور داشته است ($P<۰/۰۵$). علت این امر را می‌توان به تغییرات هنگام پاستوریزاسیون نسبت داد، هنگام پاستوریزاسیون، ممکن است بعضی از رنگدانه‌ها آزاد شده و علاوه بر این ناپایداری میسل‌های کازئین، سبب بالا رفتن شاخص a شوند [۴۱]. Zomorodi (۲۰۱۳)، در پژوهش خود بیان کردند که افزودن فیبر گندم، هیچ‌گونه تأثیری در طیف رنگی قرمز نداشته است [۴۲]. Mahale و همکاران (۲۰۱۳)، گزارش کردند که افزودن فیبر پرتقال به ماست هیچ‌گونه تاثیری در طیف رنگی قرمز نداشته اما با افزایش فیبر به طور معنی‌داری طیف رنگی زرد افزایش و میزان روشنایی نسبت به نمونه شاهد کاهش می‌یابد که این افزایش رنگ زرد نمونه‌ها را به وجود رنگدانه‌های زرد کارتنوئیدی در فیبر پرتقال نسبت دادند [۲۸].

Table 2. Changes in the redness parameter (a*) of yogurt samples during refrigeration

Day / Treatment	1	7	14	21
Non fat control	0.22 ± 0.03^{Aa}	0.26 ± 0.01^{Ba}	0.34 ± 0.02^{Cc}	0.64 ± 0.07^{Da}
High fat control	0.25 ± 0.08^{Ab}	0.29 ± 0.02^{Bb}	0.35 ± 0.07^{Ca}	0.66 ± 0.05^{Dab}

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.6.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.64]

Bamboo 1%	0.50 ± 0.02^{Ac}	0.54 ± 0.04^{Bc}	0.62 ± 0.03^{Cb}	0.70 ±0.09^{Db}
Bamboo 2%	0.55 ± 0.08^{Ad}	0.61 ± 0.08^{Bd}	0.69 ± 0.04^{Cc}	0.73 ±0.06^{Dc}
Bamboo 3%	0.59 ± 0.05^{Ae}	0.65 ± 0.04^{Be}	0.70 ± 0.06^{Cd}	0.78 ± 0.04^{Dd}

The same lowercase letters are not significantly different between different treatments for each day at $P > 0.05$. Values of the same treatment, followed by the same uppercase letter are not significantly different at $P > 0.05$.

نتایج فاکتور b در آزمون سنجش رنگ در جدول ۳ آورده شده است. شاخص b که تمایل به رنگ زردی را نشان می‌دهد، با افزودن فیبر در نمونه‌های ماست افزایش معناداری مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). به صورتی که در روز نخست، کمترین میزان تمایل به زردی در نمونه ماست شاهد کم‌چرب با ۵/۱۷ و بیشترین میزان در نمونه حاوی ۳ درصد فیبر با ۷/۶۸ گزارش شد. در مقابل با گذشت مدت زمان نگهداری، شاخص زردی نمونه‌های ماست کاهش چشمگیری نشان داد ($P<۰/۰۵$). اگر چه با چشم رنگ ماست سفید به نظر می‌رسد اما با ارزیابی دستگاهی مشخص شد که دارای کمی رنگ زرد نیز هست. Zomorodi (۲۰۱۳) در پژوهش خود نشان داد که افزایش فیبر، موجب افزایش طیف رنگی زرد محصول نسبت به نمونه شاهد می‌شود اما این افزایش معنی‌دار نبود [۴۲]. افزایش رنگ زرد نمونه‌ها در اثر افزایش مقدار فیبر را می‌توان به وجود رنگ‌دانه زرد کاروتن، در فیبر گندم نسبت داد. نتایج مشابهی برای ماست های غنی شده با فیبر سیب [۳۱]، فیبر پرتقال [۴۱] و فیبر مارچوبه [۴۴] گزارش شده است. بنابر نتایج مطالعات مختلف می‌توان گفت که رنگ ماست به رنگ منبع فیبر بستگی دارد.

Table 3. Changes in the yellowness parameter (b*) of yogurt samples during refrigeration

Day / Treatment	1	7	14	21
Non fat control	5.17 ± 0.45^{Aa}	5.14 ± 0.07^{Ba}	4.16 ± 0.11^{Cc}	4.02 ± 0.43^{Da}
High fat control	5.94 ± 0.18^{Ab}	5.39 ± 0.41^{Bb}	4.80 ± 0.69^{Ca}	4.19 ± 0.91^{Dab}
Bamboo 1%	6.48 ± 0.37^{Ac}	5.39 ± 0.76^{Bc}	4.04 ± 0.81^{Cb}	4.78 ± 0.66^{Db}
Bamboo 2%	7.42 ± 0.55^{Ad}	5.58 ± 0.28^{Bd}	4.97 ± 0.93^{Cc}	4.73 ± 0.70^{Dc}
Bamboo 3%	7.68 ± 1.12^{Aa}	6.55 ± 1.04^{Be}	5.70 ± 0.78^{Cd}	4.85 ± 0.29^{Dd}

The same lowercase letters are not significantly different between different treatments for each day at $P > 0.05$. Values of the same treatment, followed by the same uppercase letter are not significantly different at $P > 0.05$.

۳-۷- نتایج ارزیابی حسی

آنالیز داده‌های ارزیابی حسی نمونه‌های ماست در شکل ۶ نشان داده شده است. در بررسی ارزیابی حسی فاکتورهای مزه، رنگ، بافت (قوام نمونه‌ها) و پذیرش (مقبولیت) کلی نمونه‌های ماست در روز نخست تولید بررسی شدند. این انتخاب به دلیل تازگی ماست و پوشش کامل فیبر در فاکتورهای مورد بررسی در نمونه‌های ماست تیمار در ابتدای دوره نگهداری بوده است تا از فساد احتمالی و همچنین کم شدن تاثیر فیبر در فاکتورهایی مانند رنگ، بو و مزه نمونه‌های ماست جلوگیری شود. همانطور که مشاهده می‌شود نمونه‌های ماست شاهد در مقایسه با نمونه حاوی ۳٪ فیبر تفاوت معنی‌داری نداشته‌اند اما با این حال در بعضی فاکتورها مانند بافت و پذیرش کلی با یکدیگر تفاوت معناداری داشته است. در این میان نمونه حاوی ۲ درصد فیبر، نمره‌های بالاتری را کسب نموده است ($P<۰/۰۵$) که

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.6.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.64]

می‌توان در گزارش این تحقیق، این نمونه را به عنوان بهترین نمونه معرفی نمود.

فیبر بامبو نیز به دلیل افزایش جذب آب و ظرفیت نگهداری آب بالایی که دارد، قابلیت ویژه‌ای در نگهداری آب میان بافتی محصول ایجاد می‌کند. به همین دلیل پس از استفاده فیبر بامبو در تیمارهای مختلف ماست، بافت یا الاستیسیته بهتری نسبت به تیمار شاهد بدون چربی ایجاد می‌شود. همچنین بهبود طعم و مزه را می‌تواند به علت افزایش کیفیت بافت نسبت به نمونه شاهد دانست. پذیرش کلی محصول دربرگیرنده تمامی فاکتورهای ذکر شده در قبل می‌باشد. بدین ترتیب یک تیمار به منظور کسب امتیازی قابل قبول در پارامتر پذیرش کلی می‌بایست دارای رنگ، بافت و طعم و مزه مطلوبی باشد. همانگونه که در بخش‌های قبلی ذکر گردید، استفاده از فیبر با بهبود ویژگی‌های بافتی و کمک به ایجاد طعم و مزه مطلوب‌تر توانست تغییر قابل قبولی در پذیرش کلی محصول در مقایسه با نمونه شاهد ایجاد نماید. افزودن درصدهای بالاتر فیبر (۳٪) باعث کاهش امتیازات حسی به نمونه ماست شده است. Fernandez-Garcıa و McGregor (۱۹۹۷)، گزارش نمودند که افزودن فیبر به ماست، بافت و قوام ماست را بهبود می‌بخشد اما مقدار زیاد آن باعث کاهش خواص حسی آن می‌گردد [۲۳]. Mahale و همکاران (۲۰۱۳) گزارش نمودند که با افزایش مقدار فیبر پرتقال امتیاز رنگ، عطر و طعم و پذیرش کلی کاهش یافت [۲۸]. مطابق با تحقیق حاضر، ماست‌های غنی شده با فیبر گندم، بامبو و اینولین قابل قبول بودند و خواص حسی مشابهی با ماست ساده داشتند [۳۱] و شیر تخمیری غنی شده با فیبر مرکبات نیز قابل قبول گزارش شد [۱۷]. درمقابل گزارش شده است که ماست‌های حاوی فیبر خرمالو و فیبر سیب، نمرات حسی کمتری نسبت به ماست شاهد داشتند [۲۴].

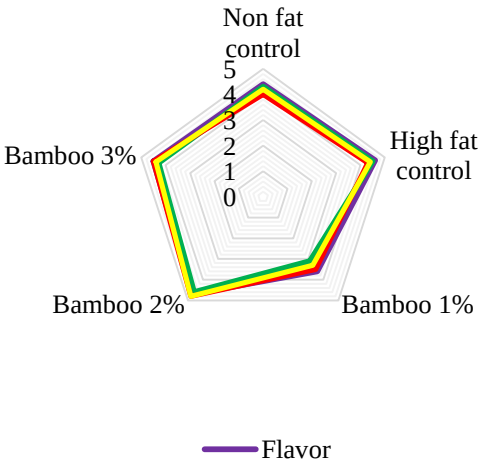

Fig. 6. Sensory evaluation of yogurt samples containing bamboo fiber.

۴- نتیجه‌گیری

در طی تحقیق حاضر، تأثیر افزودن فیبر بامبو به ماست بدون چربی بر ویژگی‌های رئولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و حسی آن مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزودن فیبر برخی ویژگی‌های کیفی از جمله ویسکوزیته، سینرسیس و ماده خشک ماست را بهبود بخشید. همچنین، نتایج ارزیابی حسی نشان داد که افزودن فیبر بامبو به ماست باعث بهبود ویژگی‌های ارگانولپتیکی نمونه ماست نسبت به نمونه شاهد بدون چربی شد. از طرف دیگر، ارزیابان حسی به ماست‌های غنی شده با مقدار بالای فیبر بامبو امتیاز کمتری دادند و نمونه حاوی ۲٪ فیبر را به عنوان نمونه برتر در مقایسه با نمونه شاهد پرچرب معرفی کردند. لذا می‌توان از فیبر بامبو به عنوان یک فیبر رژیمی با موفقیت در ماست بدون چربی استفاده نمود که در کنار بهبود

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.6.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.64]

ویژگی‌های بافتی و شیمیایی، رضایت مصرف‌کننده را نیز تامین می‌کند. مطالعات بیشتر می‌تواند در درک بهتر نقش فیبر بامبو بر زنده مانی پروبیوتیک‌ها و کاربرد آن‌ها در تهیه محصولات فراسودمند مؤثر باشد.

۵- منابع

[1] Lim, C. C., Ferguson, L. R. & Tannock, G. W. (2005). Dietary fibres as "prebiotics": implications for colorectal cancer. Molecular Nutrition & Food Research, 49(6), 609-619.

[2] Nekoueian, M. & Jafarpour, D. (2021). Feasibility study of production of synbiotic low calorie yogurt by green banana flour and evaluation of physicochemical, textural and sensorial characteristics of it. Food Science and Technology, 18(116), 277-292.

[3] Siamak, F. & Jafarpour, D. (2022). Study the effect of Konjac gum as a fat substitute on the physicochemical, rheological and sensory properties of low-fat cream. Journal of Innovation in Food Science and Technology, 13(4), 163-176.

[4] Vahid-Moghadam, F., Fadaei, V. & Pourahmad, R. (2013). The effect of the different concentrations of wheat fiber and gelatin on selected physicochemical, textural and sensory properties of fat-free concentrated flavored yogurt. International Journal of Biology and Biotechnology, 10(4), 637-643.

[5] Hashim, I. B., Khalil, A. H. & Afifi, H. S. (2009). Quality characteristics and consumer acceptance of yogurt fortified with date fiber. Journal of Dairy Science, 92(11), 5403-5407.

[6] Zhang, H., Zhang, Y., Wang, X., Xiang, Q., Bai, Y., Li, S. & Yang, L. (2017). Effects of bamboo shoot dietary fiber on mechanical properties, moisture distribution, and microstructure of frozen dough. Journal of Chemistry, 2017.

[7] Chongtham, N., Bisht, M. S. & Haorongbam, S. (2011). Nutritional properties of bamboo shoots: potential and prospects for utilization as a health food. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 10(3), 153-168.

[8] Dabija, A., Codină, G. G. & Sidor, A. M. (2017). Effect of different fibre types addition on the yogurts quality. International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM, 17, 655-663.

[9] Felisberto, M. H. F., Miyake, P. S. E., Beraldo, A. L. & Clerici, M. T. P. S. (2017). Young bamboo culm: Potential food as source of fiber and starch. Food Research International, 101, 96-102.

[10] Pandey, A. K. & Ojha, V. (2014). Precooking processing of bamboo shoots for removal of anti-nutrients. Journal of Food Science and Technology, 51(1), 43-50.

[11] Mustafa, U., Naeem, N., Masood, S. & Farooq, Z. (2016). Effect of bamboo powder supplementation on physicochemical and organoleptic characteristics of fortified cookies. Food Science and Technology, 4(1), 7-13.

[12] Khoshkish, M., Gharachorlo, M. & Yeganehzad, S. (2022). Using of bamboo fiber as A fat substitute in breakfast chocolate (chocolate cream) and the study of its sensory, tissue, and physicochemical characteristics. Food Engineering Research, 20(2), 151-166. [in Persian]

[13] Askarizadeh, M. & Bakshizadeh Shirazi, Sh. (2021). Investigating the effect of the particle size of edible bamboo fiber on the chemical and organoleptic properties of hamburger. 27th Iranian Food Science and Technology Congress, Khuzestan, Iran. [in Persian]

[14] Rashid, A. A., Salariya, A., Qureshi, A. & Hassan, S. (2012). Physiochemical comparative analysis between garlic and oat fiber based yogurt. Pak J Biochem Mol Biol, 45(2), 90-93.

[15] Mahdian, E., Mehraban Sangeatash, M., Karazhian, R. & Vaghei, T. (2014). Study the possibility of symbiotic ice cream production using sugar beet fiber and *bifidobacterium bifidum* BB-12. Research and Innovation in Food Science and Technology, 3(2), 115-128.

[16] Ghasemi, S. & Mahdian, E. (2018). Evaluation of the prebiotic effects of fibers from pineapple, pomegranate and wheat by-products in synbiotic yoghurt containing probiotic *Lactobacillus acidophilus* La-5 bacterium. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 13(4), 89-96.

[17] Sendra, E., Fayos, P., Lario, Y., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E. & Pérez-Alvarez, J. A. (2008). Incorporation of citrus fibers in fermented milk containing probiotic bacteria. Food microbiology, 25(1), 13-21.

[18] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Milk and its products - determination of acidity and pH - test method. ISIRI no 2852. Karaj: ISIRI; 2006. [in Persian]

[19] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Milk, cream and evaporated milk — Determination of total solids content (Reference method). ISIRI no 11328. Karaj: ISIRI; 2015. [in Persian] [20] Fiszman, S. M. & Damasio, M. H. (2000). Suitability of single-

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.6.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.64]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.6.4]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.64]

containing date and fig syrups. Foods and Raw Materials, 5(2), 36-43.
[30] Tamime, A. Y. & Robinson, R. K. (2007). Tamime and Robinson's yoghurt: science and technology. Elsevier.
[31] Staffolo, M. D., Bertola, N. & Martino, M. (2004). Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. International Dairy Journal, 14(3), 263-268.
[32] Blecker, C., Chevalier, J. P., Van Herck, J. C., Fougnies, C., Deroanne, C. & Paquot, M. (2001). Inulin: its physicochemical properties and technological functionality. Recent Research Developments in Agricultural & Food Chemistry, 5.
[33] Malone, M. E., Appelqvist, I. A. M. & Norton, I. T. (2003). Oral behaviour of food hydrocolloids and emulsions. Part 2. Taste and aroma release. Food Hydrocolloids, 17(6), 775-784.
[34] Crispín-Isidro, G., Lobato-Calleros, C., Espinosa-Andrews, H., Alvarez-Ramirez, J. & Vernon-Carter, E. J. (2015). Effect of inulin and agave fructans addition on the rheological, microstructural and sensory properties of reduced-fat stirred yogurt. LWT-Food Science and Technology, 62(1), 438-444.
[35] Kosikowski, F. V. (1982). Cheese and fermented milk foods (2nd ed.). Ithaca, IL: Edwards Brothers, Inc.
[36] Soukoulis, C. & Tzia, C. (2008). Impact of the acidification process, hydrocolloids and protein fortifiers on the physical and sensory properties of frozen yogurt. International Journal of Dairy Technology, 61(2), 170-177.
[37] Aportela-Palacios, A., Sosa-Morales, M. E. & Vélez-Ruiz, J. F. (2005). Rheological and physicochemical behavior of fortified yogurt, with fiber and calcium. Journal of Texture Studies, 36(3), 333-349.
[38] Dello Staffolo, M., Sato, A. C. & Cunha, R. L. (2017). Utilization of plant dietary fibers to reinforce low-calorie dairy dessert structure. Food and Bioprocess Technology, 10(5), 914-925.
[39] Wang, X., Kristo, E. & LaPointe, G. (2020). Adding apple pomace as a functional ingredient in stirred-type yogurt and yogurt drinks. Food Hydrocolloids, 100, 105453.
[40] Seçkin, A. K. & Baladura, E. (2012). Effect of using some dietary fibers on color, texture and sensory properties of strained yogurt. GIDA/The Journal of FOOD, 37(2).
[41] Garcia-Perez, F. J., Sendra, E., Lario, Y., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E. & Perez-Alvarez, J. A. (2006). Rheology of orange fiber compression and TPA tests to determine adhesiveness in solid and semi-solid foods. Journal of texture studies, 31(1), 55-68.
[21] Jafarpour, D. (2022). The effect of heat treatment and thermosonication on the microbial and quality properties of green olive. Journal of Food Measurement and Characterization, 16(3), 2172-2180.
[22] Jafarpour, D., Hashemi, S. M. B. & Ghaedi, A. (2021). Study the antibacterial properties of different parts of saffron extract and their application in cream. Journal of food science and technology (Iran), 18(115), 339-349. [in Persian]
[23] Fernandez-Garcia, E. & McGregor, J. U. (1997). Fortification of sweetened plain yogurt with insoluble dietary fiber. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A, 204(6), 433-437.
[24] Karaca, O. B., Saydam, İ. B. & Güven, M. (2019). Physical, chemical, and sensory attributes of low-fat, full-fat, and fat-free probiotic set yogurts fortified with fiber-rich persimmon and apple powders. Journal of Food Processing and Preservation, 43(6), e13926.
[25] Aminifar, M., Miani, S., Alami, M., Ghaffarpoor, M., Dastmalchi, F., Maghsoodloo, Y. & Mohammadi, M. (2016). Investigation on the physicochemical, textural and sensorial properties of functional dairy dessert prepared from hull-less barley malt. Iranian Journal of Biosystems Engineering, 47(3), 501-509.
[26] Sah, B. N. P., Vasiljevic, T., McKechnie, S. & Donkor, O. N. (2015). Effect of refrigerated storage on probiotic viability and the production and stability of antimutagenic and antioxidant peptides in yogurt supplemented with pineapple peel. Journal of Dairy Science, 98(9), 5905-5916.
[27] Tavakoli, M. (2013). Evaluation the effect adding of wheat and barley fibers on physicochemical characteristics and survival of *Lactobacillus acidophilus* (LA-5) in yoghurt. Journal of Innovation in food science and technology, 2013; 5 (1): 75-85 [in Persian].
[28] Mahale, A. A., Zomorrodi, S., Sani, A. M. & Ghavidel, R. A. (2013). Evaluating effects of orange fiber on physicochemical, rheological and sensory properties of strawberry yogurt using response surface methodology (RSM). Journal of Innovation in Food Science and Technology, 5(1). [in Persian]
[29] Jafarpour, D., Amirzadeh, A., Maleki, M. & Mahmoudi, M. R. (2017). Comparison of physicochemical properties and general acceptance of flavored drinking yogurt

enriched yogurt. Milchwissenschaft, 61(1), 55-59.
[42] Zomorodi, S. (2013). Physicochemical, rheological and sensory properties of stirred fruit yoghurt fortified by wheat fiber. Journal of Food Research (University of Tabriz), 22(4), 443-454. [in Persian]

[43] Sanz, T., Salvador, A., Jimenez, A. & Fiszman, S. M. (2008). Yogurt enrichment with functional asparagus fibre. Effect of fibre extraction method on rheological properties, colour, and sensory acceptance. European Food Research and Technology, 227(5), 1515-1521.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.6.4]
[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.64]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Physicochemical, textural, and sensory properties of non-fat yogurt enriched with bambo fiber

Nikeghbal, Z. [1], Jafarpour, D.[2*]

[1] M. Sc. Graduated of the Department of Food Science and Technology, Fasa Branch, Islamic Azad University, Fasa, Iran

[2]Assistant professor of the Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Fasa Branch, Islamic Azad University, Fasa, Iran

ABSTRACT

Fibers obtained from the waste of fruits and grains are valuable sources in the preparation of various useful products such as yogurt. Considering the importance of consuming fibers in providing health, the purpose of this research was to investigate the physicochemical, textural and sensory properties of fat-free yogurt enriched with bamboo fiber. For this purpose, bamboo fiber was added to fat-free yogurt with percentages of 1, 2, and 3 %, and experiments including pH, acidity, total dry matter, syneresis, viscosity, colorimetry, and sensory evaluation were carried out during 3 weeks of storage in the refrigerator (4±1 °C). Produced samples were compared with fat-free yogurt and high-fat yogurt without fiber additives. Data showed that the addition of fiber to the yogurt samples significantly increased ($P<0.05$) the amount of acidity, total dry matter, viscosity, color index L□, a□ and b□compared to non-fat and high-fat control samples. In addition, the results showed that the addition of fiber in yogurt samples significantly ($P<0.05$) reduces the syneresis, so that the non-fat control yogurt with 12.3% and the sample containing 3% fiber with 8.58 % showed the highest and lowest syneresis on the first day of production, respectively. In the sensory evaluation, the sample containing 2% bamboo fiber with the highest score was introduced as the best sample. Therefore, the application of bamboo fiber with a concentration of 2%, in addition to improving the textural, physical and chemical properties of yogurt, can also lead to consumer satisfaction. Hence, bamboo fiber can be used in the formulation of dairy products, including yogurt.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2023/1/18
Accepted: 2023/4/9

Keywords:

Fat-free yogurt,

Sensory evaluation,

Bamboo,

Fiber,

Physicochemical properties

DOI: **10.22034/FSCT.20.136.64**
DOR:**20.1001.1.20088787.1402.20.136.6.4**

*Corresponding Author E-Mail:
d.jafarpour84@yahoo.com,
Do.Jafarpour@iau.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-30]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.136.6.4]

[DOI: 10.22034/FSCT.20.136.64]