تحقیقات مهندسی صنایع غذایی/جلد ۱۹/ شماره ٦٩/پاییز و زمستان ۱۳۹۹/ص ۱۷٦-۱۵۹

سایت مجله: https://fooder.areeo.ac.ir

نوع مقاله: علمی-پژوهشی

تأثیر استفاده از پودر سنجد (*Elaeagnus angustifolia*) بر ویژگی‌های کیفی ماست قالبی بدون چربی

شمیم نواییان قاسمی[۱]، مصطفی سلطانی[۲*] و مریم مصلحی شاد[۳]

۱ و۲- به ترتیب: دانش آموخته‌ی کارشناسی‌ارشد؛ و استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده داروسازی، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳- استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشگاه آزاداسلامی واحد صفادشت، تهران، ایران

تاریخ دریافت:۹۸/۷/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش:۹۹/۱۱/۱۳

چکیده

از میوه درخت سنجد (*Elaeagnus angustifolia*) به دلیل دارا بودن خواص تغذیه‌ای و دارویی، در درمان بسیاری از بیماری‌ها استفاده می‌شود. هدف این تحقیق بررسی اثر استفاده از مقادیر مختلف پودر سنجد بر ویژگی‌های کیفی ماست قالبی تولید شده با استفاده از شیر بدون چربی است. به این منظور، نمونه‌های ماست قالبی از شیر کامل، شیر بدون چربی و افزودن پودر سنجد در سه مقدار مختلف ۱۰، ۲۰ و ۳۰ گرم در لیتر به شیر بدون چربی تولید شد. نمونه‌های ماست قالبی به مدت ۲۲ روز در یخچال با دمای ٤±۱ درجه سلسیوس نگهداری و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و بافتی آنها در دوره نگهداری ارزیابی شد. نتایج آزمون‌ها نشان می‌دهد که استفاده از پودر سنجد موجب ایجاد تغییرات معنی‌دار ($p<0.05$) در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی نمونه‌های ماست قالبی شده است. با افزایش میزان پودر سنجد در نمونه‌های ماست قالبی، اسیدیته، ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب به طرز معنی‌داری ($p<0.05$) کاهش یافت، اما pH و آب اندازی به طور معنی‌داری ($p<0.05$) افزایش پیدا کرد. از سوی دیگر، در حالی که با گذشت زمان در همه نمونه‌های ماست قالبی افزایش معنی‌داری ($p<0.05$) در مقادیر اسیدیته، ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب مشاهده شد، pH و آب‌اندازی به طور معنی‌داری ($p<0.05$) کاهش پیدا کرد. در مجموع و با توجه به نتایج آزمون‌های مختلف، استفاده از ۱۰ گرم در لیتر پودر سنجد منجر به تولید بهترین نمونه ماست قالبی بدون چربی از نظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی شد.

واژه‌های کلیدی

فراسودمند، لبنیات، ویژگی‌های بافتی، ویژگی‌های حسی، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

مقدمه

ماست از فرآورده‌های تخمیری پرمصرف شیر است که به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا و وجود باکتری‌های مفید در آن، تأثیر مثبتی بر سلامتی دارد (Sekhavatizadeh & Sadeghzadehfar, 2012). این فراورده، غنی از مواد مغذی از جمله پروتئین، کلسیم، ریبوفلاوین، منیزیم، فولات، نیاسین، B_{12}، فسفر، روی و پتاسیم است که تأثیر درمانی بر بیماری‌هایی مانند سرطان، عفونت، اختلال دستگاه گوارش، آسم و آلرژی دارد (Crehan *et al.*, 2000).

* نگارنده مسئول: Email: m.soltani@iaups.ac.ir

http://doi: 10.22092/fooder.2020.127989.1239

© 2020,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

با توجه به اینکه عملکرد مفید ماست در بدن به اثبات رسیده است، سالیان متمادی است از آن به عنوان غذای سالم یاد می‌شود. افزایش مصرف چربی در رژیم غذایی به ویژه چربی‌های حیوانی باعث افزایش ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی می‌گردد. همچنین چاقی به یک مشکل عمده در سراسر جهان تبدیل شده است (Alami *et al.*, 2010). میوه گیاه سنجد (*Elaeagnus angustifolia*) از گونه‌های بسیار مهم غذایی و دارویی است و ترکیبات شیمیایی مفید، خواص درمانی، آنتی‌اکسیدانی، ضد درد و ضد تب دارد (Tamtaji *et al.*, 2014). میوه سنجد رسیده در درمان اسهال آمیبی، زخم معده، تهوع و استفراغ، یرقان، آسم و نفخ معده مصرف می‌شود و حاوی مقادیر قابل توجهی ترکیبات فلاوونوئیدی، پلی‌ساکاریدی (گلوکز، فروکتوز، مانوز، گالاکتوز، رامنوز)، کومارین‌ها، ساپونین‌ها، کاروتنوئید، تانن، ویتامین‌ها (A، C، K و E) و آمینواسیدهاست (Hojatoleslami *et al*,. 2015). در حال حاضر با توجه به افزایش آگاهی در سطح جامعه، تقاضای مصرف‌کنندگان محصولات شیری کم‌چرب به‌ویژه ماست کم‌چرب افزایش یافته است. اما با توجه به اینکه وجود چربی در شیر، تا حد زیادی بر ویژگی‌های حسی و طعم ماست‌های تولید شده تأثیر می‌گذارد، کاهش میزان چربی موجب تغییر در طعم و ویژگی‌های حسی ماست می‌گردد. به همین دلیل مطالعات برای بهبود این ویژگی‌ها در ماست‌های کم‌چرب و بدون چربی با استفاده از مواد افزودنی متنوع فراوان است (Zhou & Mulvaney, 1998). در سال‌های اخیر نیز محققان مطالعاتی در خصوص استفاده از انواع جایگزین‌های چربی کرده‌اند. تلفیق فیبرهای رژیمی در ماتریکس مواد غذایی می‌تواند سبب افزایش ارزش تغذیه‌ای و خواص عملکردی و تکنولوژیکی محصول شود (Kaczmarczyk *et al.*, 2012). در نتیجه، امکان تغییر در بافت و ویژگی‌های رئولوژیکی ماده غذایی غنی شده با فیبر وجود دارد. علاوه بر این موارد، ویژگی‌های فیبر مصرفی بر خواص حسی وابسته به ماتریکس ماده غذایی تأثیرگذار است. در مواد غذایی جامد مانند نان یا فرآورده‌های گوشتی، افزودن فیبر کاملاً تثبیت شده است و نتایج مطالعات اخیر حاکی از آن است که تغییرات چشمگیری در ویژگی‌های بافتی و حسی محصولات فوق ندارد (Martins, 2017). در مقابل، افزودن فیبر به مواد غذایی نیمه جامد مانند ماست هنوز هم فرآیندی است چالش برانگیز است. یافته‌های دمیرچی و همکاران (Demirci *et al.*, 2017) نشان دهنده تأثیرات منفی سبوس برنج بر ویژگی‌های حسی ماست غنی شده با فیبر در غلظت‌های ۱ تا ۳ درصد است. در مقادیر مشابه (۱/۵ و ۳ درصد) فیبر انحلال ناپذیر غلاتی مانند جو دوسر یا گندم ممکن است سبب ایجاد بافت شنی در ماست بدون چربی شود (Tomic *et al.*, 2017). اکبر و همکاران (Akbar *et al.*, 2020) تأثیر استفاده از شیره خرما در ویژگی‌های کیفی ماست بدون چربی را بررسی کردند و نتایج آزمون‌های فیزیکوشیمیایی نشان داد که افزایش شیره خرما در تیمارهای ماست موجب کاهش در اسیدیته، ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب و افزایش pH و آبراندازی می‌شود. میر عظیمی (Mirazimi, 2017) در مطالعه‌ای اثر افزودن پودر گلابی به عنوان جایگزین چربی در تولید ماست کم‌چرب قالبی و تغییرات فیزیکوشیمیایی و حسی آن طی ۱۵ روز نگهداری در فرمولاسیون ماست را بررسی و با نمونه شاهد مقایسه کرد. نتایج آزمون‌های مختلف نشان داد که استفاده از

درصدهای مختلف فیبر گلابی تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های کیفی ماست قالبی دارد. با افزایش فیبر گلابی در نمونه‌های ماست، در حالی که مقادیر pH، آب اندازی و امتیازات عطر و طعم به طور معنی‌داری کاهش یافتند، مقادیر اسیدیته، ظرفیت نگهداری آب، ویسکوزیته و سفتی بافت به طور معنی‌داری افزایش یافت. از سوی دیگر، در دوره انبارداری، مقادیر اسیدیته، ظرفیت نگهداری آب، ویسکوزیته و سفتی بافت افزایش و مقادیر pH، آب اندازی و عطر و طعم به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. نگوین و همکاران (Nguyen *et al.*, 2017) در پژوهشی تأثیر هیدروکلوئیدهای مختلف در ویژگی‌های بافتی، تریبولوژی و خواص حسی ماست کم‌چرب قالبی را بررسی کردند. این پژوهش در رابطه با اثر برخی از هیدروکلوئیدهای معمول در ترکیبات ماست، یعنی ژلاتین، صمغ زانتان، کاراگینان و نشاسته اصلاح شده بر ویژگی‌های فیزیکی، حسی ماست با ۰/۱ درصد چربی ارائه شده است، نتایج به دست آمده با میانگین‌های تحلیل آماری ارتباط مستقیم داشته است، از میان ۴ مورد هیدروکلوئید که روی آنها بررسی شده است، ژلاتین به دلیل توانایی آن در کاهش سینرزیس، بهبود بافت، ویسکوزیته، و مقاومت ژل، به نظر می‌رسد بهترین هیدروکلوئید است. هر دو صمغ زانتان و کاراگینان باعث افزایش ویسکوزیته ماست شدند اما باعث افزایش سینرزیس و احساس دهانی ناخوشایند می‌شوند. مارافن و همکاران (Marafon *et al.*, 2011) ماست پروبیوتیک بدون چربی را با پروتئین آب‌پنیر و کازئینات سدیم غنی‌سازی کردند. رومیه و همکاران (Romeih *et al.*, 2004) نیز ماست بدون چربی را با ترانس‌گلوتامیناز و پودر پساب کره غنی‌سازی کردند. یو و همکاران (Yu *et al.*, 2016) اثر افزودن ماده خشک بدون چربی (MSNF) را روی خواص فیزیکی و ریزساختاری ماست بررسی کردند

با توجه به تأکید بر کاهش استفاده از چربی شیر در تولید فرآورده‌های لبنی و فواید میوه سنجد، در این مطالعه جایگزینی پودر سنجد با چربی شیر در سه مقدار مختلف ۱۰، ۲۰ و ۳۰ گرم در لیتر در تولید ماست قالبی امکان‌سنجی و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی ماست قالبی تولید شده با افزودن مقادیر مختلف پودر سنجد به شیر بدون چربی بررسی شد.

مواد و روش‌ها

مواد مورد استفاده

شیر خام گاو به دو صورت شیر کامل (دارای ۳ درصد چربی) و شیر بدون چربی (دارای کمتر از ۰/۱ درصد چربی) بر اساس ویژگی‌های ذکر شده در جدول ۱ از شرکت دامنه سهند تبریز و استارتر ماست (YC۱۸۰) شامل *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* از شرکت کریستین هانسن تهیه شد.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی شیر مصرفی در تولید نمونه‌های ماست

نوع شیر	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	ماده جامد (درصد)
شیر کامل	۳/۸۲±۰/۱۱	۳±۰/۰۱	۱۳/۶۱±۰/۳۱
شیر بدون چربی	۴/۴۱±۰/۳۱	۰/۱±۰/۰۱	۱۳/۵۲±۰/۲۶

میوه درخت سنجد (*Elaeagnus angustifolia*) در اواسط مهر ماه از منطقه شاهرود جمع‌آوری شد. میوه‌ها پس از تمیز شدن و شست و شو، در دمای اتاق خشک شدند. پس از خشک شدن کامل، گوشت میوه از پوست و هسته جدا و با استفاده از آسیاب خرد و پودر شد. پودر سنجد با توجه به اندازه ذرات مورد نیاز از الک‌هایی با مش ۷۰-۴۰ عبور داده شد و در اندازه ۰/۴۲-۰/۲۲ میلی‌متر مورد استفاده قرار گرفت، و تا زمان آزمون، در دمای ۱۸- درجه سلسیوس نگهداری شد. ویژگی‌های شیمیایی پودر سنجد از جمله میزان رطوبت (از طریق خشک کردن در آون ۲±۱۰۳ درجه سلسیوس، مقدار پروتئین با روش میکروکلدال و میزان چربی با استفاده از دستگاه سوکسله ۳ و حلال هگزان و فیبر مطابق روش AOAC (AOAC, 2005) اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی پودر سنجد

رطوبت (درصد)	چربی (درصد)	پروتئین (درصد)	فیبر (درصد)
۳/۷۹±۰/۰۱	۱/۰۲±۰/۰۱	۶/۹۶±۰/۰۳	۴/۲۱±۰/۰۰۵۳

تهیه ماست

شیر خام با افزودن شیر خشک بدون چربی (به مقدار ۲ درصد) به منظور افزایش درصد ماده خشک ماست، تغلیظ گردید. شیر مورد استفاده برای تولید ماست به ۵ قسمت مساوی تقسیم و ترکیب شیر و پودر سنجد مطابق جدول ۳ صورت گرفت. کلیه قسمت‌ها در دمای ۹۰ درجه سلسیوس به مدت ۵ دقیقه تحت فرایند حرارتی قرار گرفت و بعد از سرد شدن تا دمای ۱±۴۳ درجه سلسیوس، به همه نمونه‌ها استارتر ماست (۳ درصد حجمی) اضافه شد و در ظرف‌هایی از جنس پلاستیک به حجم ۲۰۰ میلی‌لیتر ریخته شد. نمونه‌ها در دمای ۴۲ تا درجه سلسیوس رسیدن به pH=۴/۶ نگهداری شدند. پس از رسیدن به pH مورد نظر، نمونه‌ها در سردخانه ۱±۴ درجه سلسیوس به مدت بیست و دو روز نگهداری شدند و آزمایش‌های مربوط در روزهای اول، هشتم، پانزدهم و بیست و دوم روی نمونه‌ها دنبال شد.

جدول ۳- مشخصات نمونه‌های ماست تولیدی

مشخصات نمونه / کد نمونه	نوع شیر مصرفی	چربی شیر (درصد)	مقدار پودر سنجد (گرم در لیتر)
CFY	**شیر کامل**	۳±۰/۰۱	۰
CSY	**شیر بدون چربی**	۰/۱±۰/۰۱	۰
YE10	**شیر بدون چربی**	۰/۱±۰/۰۱	۱۰
YE20	**شیر بدون چربی**	۰/۱±۰/۰۱	۲۰
YE30	**شیر بدون چربی**	۰/۱±۰/۰۱	۳۰

آزمون‌ها

آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

در دوره نگهداری نمونه‌ها، pH با استفاده از دستگاه pH متر و اسیدیته قابل تیتر کردن مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲ با تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال و در حضور معرف فنل فتالئین تا ظهور رنگ صورتی کم‌رنگ که به مدت حداقل ۵ ثانیه پایدار بماند به دست آمد. ویسکوزیته با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد در دمای ۴ درجه سلسیوس با اسپیندل lv شماره ۴ با چرخش ۱۰۰ دور در دقیقه (Mantzouridou *et al.*,2019) و ظرفیت نگهداری آب با روش سانتریفیوژ (Dai *et al.*, 2016) محاسبه شد. بیست و پنج (۲۵) گرم نمونه ماست روی کاغذ صافی واتمن شماره ۴۳ قرارگرفته روی قیف شیشه‌ای در داخل استوانه مدرج ریخته شد و با قرار دادن آن در دمای یخچال به مدت ۲ ساعت و توزین آب خارج شده از نمونه‌ها با واحد گرم /۲۵ گرم، آب‌اندازی محاسبه شد (Al-kadamany *et al.*, 2002). درصد ماده جامد کل با روش وزن‌سنجی مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۳۲۸ برحسب رساندن به وزن ثابت تعیین شد. ابتدا ظرف خالی در آون ۱۰۰ درجه سلسیوس به مدت یک ساعت قرار گرفته پس از خشک شدن با دقت وزن شد، سپس ۴-۳ گرم ماست در داخل ظرف خشک شده وزن شده و آون گذاری به مدت ۴ تا ۵ ساعت در دمای ۲ ± ۱۰۰ درجه سلسیوس ادامه پیدا کرد. توزین ظرف‌های حاوی نمونه‌ها تا زمانی که اختلاف در دو توزین متوالی کمتر از ۰/۰۵ گرم شد، به‌صورت هر یک ساعت ادامه پیدا کرد.(ISIRI, 2004) درصد پروتئین با روش میکروکجدال مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۶۳۹(ISIRI, 1970) ، و درصد چربی به روش ژربر مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۶۹۵ در روز اول انبارداری تعیین شد (ISIRI, 2019).

آزمون حسی

ارزیابی حسی به شیوه هدونیک بر مبنای ظاهر و رنگ (۵ امتیاز)، بافت و قوام (۵ امتیاز)، عطر و طعم (۱۰ امتیاز) و امتیاز کلی (۲۰ امتیاز) توسط یک گروه ارزیاب هفت نفره از دانشجویان و استادان گروه صنایع غذایی دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی تهران اجرا شد که در رژیم غذایی خود از ماست استفاده می‌کردند (Meilgaard *et al.*, 1999).

آزمون بافت

آزمون بافتی با استفاده از دستگاه Texture Analyzer بروکفیلد مدل CT3 ساخت آمریکا با پروب میله‌ای به ضخامت ۱۳ میلی‌متر و بر طبق روش برنان و تودریکا (Brennan & Tudorica, 2008) در روزهای اول و بیست و دوم انبارداری اجرا شد و فاکتورهای مربوط به بافت ماست (سفتی[1]، کشسانی[2]، پیوستگی[3]، چسبندگی[4]) بررسی گردید.

آنالیز آماری

نمونه‌ها در سه تکرار و در سه روز متوالی تولید شدند و تمامی آزمون‌ها در دو تکرار صورت گرفت. برای تحلیل آماری داده‌ها، از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون مقایسه میانگین دانکن استفاده شد و معنی‌دار بودن تفاوت بین میانگین‌ها در سطح $\alpha = ۰/۰۵$ بررسی شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

نتایج آزمون‌های فیزیکوشیمیایی در جدول ۴ ارائه شده است.

1- Hardness
2- Springness
3- Cohesiveness
4- Adhesiveness

pH و اسیدیته

نتایج حاصل از تعیین pH و اسیدیته نمونه‌های ماست تولیدی بیانگر این مطلب است که در تمامی نمونه‌ها، فاکتور pH با گذشت زمان کاهش و اسیدیته افزایش یافته که این کاهش در مورد نمونه CSY معنی‌دار ($p<0.05$) . علت این امر ممکن است تخمیر لاکتوز بر اثر فعالیت متابولیکی ثانویه استارترهای ماست و تولید اسید باشد (Bakirci & Kavaz, 2008). نتایج تحقیق حاضر با تحقیق بشاش علی‌آبادی و همکاران (Bashashaliabadi *et al.*, 2014) همخوانی دارد که به بررسی برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست فراسودمند غنی‌سازی شده با خرفه پرداختند. در این بررسی‌ها با گذشت زمان، pH در نمونه‌های ماست کاهش یافت. با افزایش پودر سنجد، pH در نمونه‌های ماست افزایش یافت که دلیل احتمالی این امر را می‌توان به کاهش فعالیت باکتری‌های لاکتیک اسید در اثر کاهش میزان آب در دسترس نسبت داد (Bonczar *et al.*, 2002). نتایج تحقیق حاضر با تحقیق اکبر و همکاران (Akbar *et al.*, 2020) مبنی برافزایش pH در تیمارهای ماست تولیدشده با استفاده از شیره خرما مطابقت دارد. مرند و همکاران (Marand *et al.*, 2020) نیز به این نتیجه رسیدند که افزودن پودر دانه کتان به ماست هم‌زده سبب افزایش pH می‌شود. از سوی دیگر در دوره انبارداری اختلاف معنی‌داری ($p<0.05$) در اسیدیته نمونه‌ها دیده شد. به صورتی که با افزایش مقدار پودر سنجد، اسیدیته آن‌ها کاهش پیدا کرد و نمونه ماست YE۳۰ کمترین میزان اسیدیته را در بین تمام نمونه‌ها و در همه روزها دارا بود. در همین راستا، زمردی (Zomorodi, 2012) پس از بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی ماست میوه‌ای غنی‌شده با فیبر گندم می‌گوید که تأثیر اندازه ذرات و میزان فیبر بر درصد اسیدیته ماست معنی‌دار است و در دوره نگهداری درصد اسیدیته نمونه‌های ماست به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد و فیبر گندم موجب کاهش اسیدیته در ماست می‌شود.

درصد آب‌اندازی

آب اندازی در ژل عبارت است از جدا شدن فاز آبی از فاز پیوسته یعنی شبکه ژل. این پدیده در پنیرسازی مطلوب و در تولید ماست نامطلوب است. درصد چربی، ویژگی‌های باکتری‌های آغازگر، میزان ماده خشک بدون چربی، تولید اگزو پلی ساکاریدها، افزودن فیبرها و پایدار کننده‌ها، دمای تخمیر، و pH فرآورده از مهمترین عوامل مؤثر بر آب اندازی ماست هستند. از راه‌های حذف یا کاهش آب‌اندازی، می‌توان به غنی‌سازی ماده خشک یا میزان پروتئین با افزودن هیدرو کلوئیدها اشاره کرد. اما استفاده بیش از اندازه این پایدار کننده‌ها می‌تواند با ایجاد طعم غیر طبیعی و سفت شدن بیش از حد بافت اثر منفی بر ویژگی‌های حسی ماست داشته باشد (Lucey, 2004). دیده شد که درصد آب‌اندازی در تمامی نمونه‌های تولیدی با گذشت زمان کاهش یافته است که این کاهش در نمونه‌های CFY، YE۱۰ و YE۲۰ معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) است. علت این امر تشکیل سطوح متصل به ماتریکس کازئینی است که سبب تغییر ساختار میکروسکوپی آن شده و با گرانول‌ها و زنجیره‌های پروتئین شیر پیوند برقرار می‌کند، در نتیجه تشکیل ساختار شبکه‌ای دوتایی تقریباً هوموژن بدون انتها تشکیل می‌دهد، این شبکه به هم پیوسته به طور مؤثری می‌تواند فاز آبی را در خود نگه دارد و در نتیجه سبب کاهش آب اندازی در دوره انبارداری شود (Fiszman *et al.*, 1999). در

تمامی روزهای مورد بررسی تفاوت میزان آب اندازی در بین نمونه‌های ماست معنی‌دار ($p<0.05$) بود (Yousef *et al.*, 2013). افزودن پودر سنجد به نمونه‌های ماست موجب افزایش میزان آب‌اندازی گردید. دلیل احتمالی این موضوع، چروکیدگی ساختار سه‌بعدی شبکه پروتئینی است که منجر به کاهش قدرت اتصال پروتئین‌های آب‌پنیر و خروج آن از ماست می‌شود (Sodini *et al.*, 2002). نتایج تحقیق حاضر با پژوهش‌های اکبر و همکاران (Akbar *et al.*, 2020) مبنی بر تولید ماست بدون چربی با استفاده از شیره خرما مطابقت دارد. نتایج مشابهی نیز در ماست حاوی پالپ خرما گزارش شده است (Kucukoner & Tarakci, 2004).

ویسکوزیته

تأثیر مدت زمان نگهداری بر ویسکوزیته نمونه‌های تهیه شده معنی‌دار ($p<0.05$) است. تغییرات ویسکوزیته نمونه‌های ماست بیانگر آن است که با گذشت زمان به علت افزایش اتصالات هیدروژنی و کاهش تحرک آب آزاد در همه نمونه‌ها، ویسکوزیته به‌طور معنیداری ($p<0.05$) افزایش پیدا کرده است (Mirazimi & Soltani, 2017). از سوی دیگر، تغییرات ویسکوزیته نمونه‌های ماست در دوره انبارداری بیانگر آن است که افزایش پودر سنجد موجب کاهش معنی‌دار ($p<0.05$) ویسکوزیته در بین نمونه‌های ماست شده است. در بین نمونه‌ها، نمونه CFY دارای بیشترین ویسکوزیته و نمونه YE۳۰ دارای کمترین ویسکوزیته است. در تفسیر این موضوع می‌توان گفت ممکن است پودر سنجد تغییراتی در ریزساختار ژل ماست ایجاد کرده باشد به طوری که موجب باز شدن شبکه ژلی ماست و تغییر موقعیت قرارگیری میسل‌های کازئین در ماست شده و با کاهش کشش سطحی، موجب کاهش ویسکوزیته شده باشد (Alami *et al.*, 2011). بونک و همکاران (Boeneke *et al.*, 2008) با افزودن ترکیبات اسیدی به ماست لیمویی دریافتند که با افزایش مقدار این ترکیبات، ویسکوزیته نمونه‌ها کاهش می‌یابد. نگوین و همکاران (Nguyen *et al.*, 2017) در بررسی تولید ماست با استفاده از هیدروکلوئیدهای مختلف می‌گویند افزودن ژلاتین باعث کاهش ویسکوزیته می‌شود که این کاهش با افزایش مقدار ژلاتین تشدید خواهد شد. ساه و همکاران (Sah *et al.*, 2016) نیز بر کاهش ویسکوزیته ظاهری با افزودن پودر پوست آناناس به ماست پروبیوتیک اشاره کرده‌اند.

ظرفیت نگهداری آب

نتایج بررسی ظرفیت نگهداری آب نمونه‌های ماست تولیدی بیانگر این مطلب است که ظرفیت نگهداری آب با گذشت زمان در همه نمونه‌ها افزایش معنی‌داری ($p<0.05$) پیدا کرده است. با گذشت زمان و کاهش pH، دناتوراسیون پروتئین‌ها افزایش می‌یابد و به دلیل بازآرایی پروتئین‌ها و تغییرات اتصالی پروتئین-پروتئین، ظرفیت نگهداری آب بهبود و آب اندازی کاهش می‌یابد. این امر می‌تواند متأثر از پدیده تحکیم ژل مربوط به نگهداری نمونه‌ها در دمای پایین و به دنبال آن افزایش ویسکوزیته باشد (Oliveira *et al.*, 2001). در بین نمونه‌های ماست، نمونه CFY و نمونه YE۳۰ به ترتیب بیشترین و کمترین ظرفیت نگهداری آب را داشته‌اند. به این ترتیب می‌توان گفت که با افزایش میزان پودر سنجد در ماست، ظرفیت نگهداری آب کاهش می‌یابد. با توجه به تأثیر پروتئین بر ظرفیت نگهداری آب، علت احتمالی این امر کاهش میزان پروتئین و در پی آن افزایش مقدار آب‌اندازی است (Esmaeilzadeh nasiri *et al.*, 2015). در زمینه

تـأثیر منفـی برخـی مـواد افزودنـی بـر ظرفیـت نگهـداری آب در ماسـت، حکمـت و همکـاران (Hekmat *et al.*, 2009) بـه بررسـی ظرفیـت نگهـداری آب در ماسـت‌هـای پروبیوتیـک پرداختنـد و بـه ایـن نتیجـه رسـیدند کـه افـزایش میـزان ترکیبـات پروبیوتیـک موجـب کـاهش ظرفیـت نگهـداری آب مـی‌گـردد. اوزتـورک و همکـاران (Öztürk *et al.*, 1999) و اکبـر و همکـاران (Akbar *et al.*, 2020) بـه ترتیـب افـزودن شـیره انگـور و شـیره خرمـا بـه ماسـت را بررسـی و اعـلام کردنـد ایـن افزایش مـی‌توانـد احتمـالاً سـبب اخـتلال در شـبکه ژلـی ماسـت و کـاهش اتصـال پـروتئین‌هـای سـرمی و بـه دنبـال آن کـاهش ظرفیـت نگهـداری آب گـردد کـه بـا یافتـه‌هـای تحقیـق حاضـر هـم‌راستاسـت. نتـایج مشـابه کـاهش ظرفیـت نگهـداری آب و ویسـکوزیته در سـایر پژوهش‌هـای مـرتبط بـا افـزودن میـوه بـه ماسـت قـالبی گزارش شده است (Domagała *et al.*, 2013).

جدول ٤- نتایج ارزیابی آزمون‌های فیزیکوشیمیایی ماست

آزمون فیزیکوشیمیایی	نمونه	روز ۱	روز ۸	روز ۱۵	روز ۲۲
pH	CFY	۴/۴۲±۰/۰۲^{bcA}	۴/۳۱±۰/۰۳^{bA}	۴/۲۱±۰/۰۱^{bA}	۴/۱۶±۰/۰۲^{bA}
	CSY	۴/۴۰±۰/۰۲^{cA}	۴/۳۰±۰/۰۲^{bB}	۴/۲۰±۰/۰۲^{bC}	۴/۱۴±۰/۰۳^{bC}
	YE10	۴/۴۹±۰/۰۲^{abA}	۴/۴۳±۰/۰۳^{abA}	۴/۳۲±۰/۰۴^{abA}	۴/۲۷±۰/۰۶^{abA}
	YE20	۴/۵۱±۰/۰۴^{aA}	۴/۴۶±۰/۰۴^{aA}	۴/۳۸±۰/۰۴^{aA}	۴/۳۵±۰/۰۵^{aA}
	YE30	۴/۵۵±۰/۰۳^{aA}	۴/۵۲±۰/۰۵^{aA}	۴/۴۴±۰/۰۵^{aA}	۴/۴۱±۰/۰۵^{aA}
اسیدیته (درصد لاکتیک اسید) Acidity (%L.A)	CFY	۱/۰۶±۰/۰۳^{abB}	۱/۱۵±۰/۰۴^{abB}	۱/۳۷±۰/۰۴^{aA}	۱/۴۶±۰/۰۳^{abA}
	CSY	۱/۱۲±۰/۰۲^{aB}	۱/۲۳±۰/۰۲^{aB}	۱/۴۱±۰/۰۳^{aA}	۱/۵۲±۰/۰۴^{aA}
	YE10	۰/۹۷±۰/۰۲^{bcB}	۱/۰۸±۰/۰۴^{bB}	۱/۲۹±۰/۰۵^{aA}	۱/۳۵±۰/۰۴^{bcA}
	YE20	۰/۹۵±۰/۰۲^{cB}	۱/۰۵±۰/۰۵^{bB}	۱/۲۵±۰/۰۳^{aA}	۱/۳۱±۰/۰۵^{bcA}
	YE30	۰/۹۱±۰/۰۳^{cB}	۱/۰۰±۰/۰۴^{bB}	۱/۲۲±۰/۰۳^{aA}	۱/۲۹±۰/۰۴^{cA}
درصد آب‌اندازی	CFY	۲۹/۲۴±۰/۰۹^{dA}	۲۸/۷۶±۰/۰۴^{dA}	۲۷/۸۴±۰/۰۵^{dB}	۲۷/۲±۰/۰۳^{dB}
	CSY	۳۵/۴±۰/۰۶^{bA}	۳۴/۶۸±۰/۰۶^{bA}	۳۴/۲۸±۰/۱۰^{bA}	۳۳,۶±۰/۰۹^{bA}
	YE10	۳۳/۶۸±۰/۰۶^{cA}	۳۳/۲۴±۰/۰۹^{cAB}	۳۲/۰۸±۰/۰۷^{cBC}	۳۱/۲۴±۰/۱۱^{cC}
	YE20	۳۳/۷۶±۰/۰۵^{cA}	۳۳/۴۸±۰/۰۵b^{cAB}	۳۲/۴۸±۰/۰۸^{cBC}	۳۱/۸۸±۰/۰۷^{cC}
	YE30	۳۸/۹۲±۰/۰۳^{aA}	۳۸/۲±۰/۱۵^{aA}	۳۷/۰۸±۰/۱۰^{aA}	۳۶/۴±۰/۰۹^{aA}
ویسکوزیته (سانتی پوآز)	CFY	۷۴۵۰±۵۰^{aD}	۹۸۲۵±۲۵^{aC}	۱۰۸۷۰±۷۰^{aB}	۱۲۰۴۰±۶۰^{aA}
	CSY	۵۷۲۰±۸۰^{cC}	۷۵۳۰±۷۰^{cB}	۷۶۰۰±۱۰۰^{dB}	۸۱۸۰±۲۰^{dA}
	YE10	۶۴۹۰±۷۰^{bC}	۸۵۷۰±۷۰^{bB}	۹۹۷۰±۷۰^{bA}	۱۰۲۲۰±۴۰^{bA}
	YE20	۶۴۷۰±۵۰^{bC}	۸۳۲۰±۸۰^{bB}	۹۵۸۰±۸۰^{cA}	۹۱۸۵±۶۵^{cA}
	YE30	۴۳۴۰±۴۰^{dD}	۴۸۹۰±۱۰^{dC}	۵۹۲۵±۲۵^{eB}	۷۱۴۵±۴۵^{eA}
ظرفیت نگهداری آب (درصد)	CFY	۴۶/۹۸±۰/۵۲^{ac}	۴۷/۲۷±۰/۲۴^{aBC}	۴۸/۴۳±۰/۱۳^{aAB}	۴۹/۴۹±۰/۱۴^{aA}
	CSY	۳۸/۸۸±۰/۳۴^{dC}	۳۹/۹۵±۰/۱۷^{dB}	۴۱/۰۹±۰/۱۱^{cA}	۴۱/۸۸±۰/۱۹^{dA}
	YE10	۴۳/۸۵±۰/۱۹^{bB}	۴۴/۷۹±۰/۷۳^{bB}	۴۵/۹۲±۰/۸۵^{bB}	۴۸/۴۳±۰/۱۳^{bA}
	YE20	۴۱/۷۲±۰/۴۸^{cC}	۴۳/۰۳±۰/۲۶^{cBC}	۴۴/۱۹±۰/۶۴^{bAB}	۴۵/۰۷±۰/۲۶^{cA}
	YE30	۳۷/۵۰±۰/۱۴^{eC}	۳۷/۸۹±۰/۱۶^{eC}	۳۸/۶۲±۰/۲۴^{dB}	۳۹/۷۵±۰/۰۷^{eA}

مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

حروف کوچک و بزرگ متفاوت به ترتیب در ستون و سطر بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

پروتئین، چربی و ماده خشک

نتایج اندازه‌گیری میزان پروتئین، چربی و ماده خشک در جدول ۵ نشان داده شده است. میزان ماده خشک نشانگر آن است که افزایش پودر سنجد موجب افزایش ماده خشک در مقایسه با نمونه کنترل ماست بدون چربی گردیده است. ساهان و همکاران (Sahan *et al.*, 2008) نشان دادند که افزایش بتاگلوکان ماده خشک ماست را افزایش می‌دهد که نتایج این بررسی را تأیید می‌کند. سینباس و یازیکی (Cinbas & Yazici, 2007) با بررسی ماست غنی‌شده با زغال‌اخته نشان دادند که با افزایش زغال‌اخته میزان ماده خشک افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، میزان پروتئین در نمونه‌های ماست حاوی پودر سنجد با افزایش پودر سنجد کاهش یافته است. نمونه CFY دارای بیشترین میزان چربی در بین نمونه‌هاست. زیرا شیر مورد استفاده برای تولید این نمونه ماست نسبت به نمونه‌های دیگر مقدار چربی بالاتری داشت. میر عظیمی (Mirazimi, 2017) پودر گلابی را با هدف تولید ماست کم‌چرب در غلظت‌های ۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر به شیر کم‌چرب اضافه کرد و نشان داد که پودر گلابی موجب افزایش ماده خشک و کاهش پروتئین در قیاس با ماست کنترل کم‌چرب و کاهش چربی در مقایسه با ماست کنترل پرچرب می‌شود که نتایج آن هم‌سو با مطالعه حاضر است.

جدول ۵- نتایج حاصل از اندازه‌گیری پروتئین، چربی و ماده خشک نمونه‌های ماست

نمونه	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	ماده خشک (درصد)
CFY	۳/۹۱±۰/۱۱^{c}	۳/۱۵± ۰/۰۵^{a}	۱۴/۱۷±۰/۲۰^{a}
CSY	۴/۵۱±۰/۰۹^{a}	۰/۱۰±۰/۰۰^{b}	۱۱/۶۸±۰/۲۳^{d}
YE10	۴/۴۶±۰/۱۵^{ab}	۰/۱۰±۰/۰۰^{b}	۱۱/۸۴±۰/۳۹^{d}
YE20	۴/۳۶±۰/۱۱^{b}	۰/۱۵±۰/۰۲^{b}	۱۲/۴۷±۰/۳۵^{c}
YE30	۴/۳۴±۰/۱۸^{b}	۰/۱۵±۰/۰۵^{b}	۱۳/۰۰±۰/۱۸^{b}

مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیده است.

حروف کوچک متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

آزمون‌های حسی

نتایج آزمون‌های حسی در جدول ۶ ارائه شده است.

رنگ و ظاهر

نتایج حاصل از بررسی رنگ و ظاهر نمونه‌های ماست تولیدی بیانگر این مطلب است که در روزهای پانزده و بیست و دوم، بین نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری ($p<0.05$) از لحاظ این ویژگی وجود داشته است. در تفسیر این اختلاف می‌توان گفت که با افزایش میزان پودر سنجد، تغییرات ظاهر و رنگ در نمونه‌های ماست بیشتر شده که از نظر گروه ارزیاب مطلوب نبوده است. از سوی دیگر، گذشت زمان تأثیر معنی‌داری ($p<0.05$) در ظاهر و رنگ نمونه‌های

YE۱۰، YE۲۰ و YE۳۰ داشته است. در مجموع گذشت زمان موجب تغییرات نامطلوب در رنگ و ظاهر نمونه‌ها شده و امتیاز ظاهر و رنگ در همه نمونه‌ها در دوره انبارداری کاهش یافته است. در پژوهش صورت گرفته مبنی بر افزودن فیبر اینولین، بامبو و گندم به ماست تولید شده از شیر کامل، تفاوت معنی‌داری با نمونه کنترل دیده نشده است (Staffolo *et al.*, 2004).

بافت و قوام

در همه نمونه‌ها امتیاز بافت و قوام در دوره انبارداری کاهش یافته و این کاهش در نمونه‌های YE۱۰، YE۲۰ و YE۳۰ معنی‌دار ($p<0.05$) بوده است. از سوی دیگر، در همه روزهای انبارداری به جز روز آخر اختلاف معنی‌داری ($p<0.05$) بین امتیاز بافت و قوام نمونه‌ها وجود داشته است. به طوری که نمونه CFY بیشترین امتیاز و YE۳۰ کمترین امتیاز را کسب کرد.

عطر و طعم

با گذشت زمان، عطر و طعم نمونه‌های ماست کاهش معنی‌داری ($p<0.05$) یافته است. در همه روزهای انبارداری، به جز روز آخر، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین نمونه وجود داشت، به طوری که در سراسر دوره انبارداری، نمونه CFY بیشترین امتیاز را از لحاظ عطر و طعم به دلیل احساس دهانی بهتر ناشی از وجود چربی کسب نمود.

در این میان نمونه YE۳۰ با بیشترین میزان پودر سنجد کمترین امتیاز را از لحاظ عطر و طعم در بین نمونه‌های ماست داشت.

مطلوبیت کلی

نتایج ارزیابی مطلوبیت کلی نمونه‌های ماست بیانگر این مطلب است که با گذشت زمان، مطلوبیت کلی نمونه‌های تولیدی کاهش یافته که این کاهش مطلوبیت تنها در نمونه ماست CSY، از لحاظ آماری معنی‌دار ($p<0.05$) نبود. از لحاظ مطلوبیت کلی، نمونه ماست YE۱۰ در بین نمونه‌هایی که به آنها پودر سنجد اضافه شده مطلوب‌تر بود و نمونه YE۳۰ در بین همه نمونه‌ها به طور معنی‌داری مطلوبیت کلی کمتری ($p<0.05$) کسب کرد. در پژوهشی مشابه، الهامی راد و همکاران (Elhami rad *et al.*, 2013) با بررسی تأثیر فیبر هویج در ماست و ارزیابی حسی گزارش دادند که افزایش میزان فیبر هویج در ماست بر مطلوبیت ماست اثر منفی دارد و نمونه ماست‌هایی که میزان فیبر هویج در آنها از بقیه نمونه‌ها کمتر است و مقبولیت بیشتری دارد. همچنین در این پژوهش افزایش فیبر موجب کاهش امتیاز در شاخص رنگ و طعم شده است.

نتایج کلی آزمون‌های حسی بیانگر کاهش امتیاز حسی ماست در اثر افزایش پودر سنجد بود که با توجه به این یافته می‌توان گفت که تغییرات ایجاد شده با افزایش پودر سنجد در نمونه‌های ماست شامل افزایش pH، کاهش اسیدیته، افزایش آب‌اندازی، کاهش ویسکوزیته و کاهش ظرفیت نگهداری موجب بروز اثرهای نامطلوب بر رنگ و ظاهر، بافت و عطر و طعم محصول شده و بر مطلوبیت نهایی نیز اثرگذار بوده است. این نتایج در تطابق با نتایج تحقیقات زار و همکاران (Zare *et al.*, 2011) است که اعلام کردند غنی‌سازی ماست با آرد عدس موجب کاهش مطلوبیت حسی محصول است.

جدول ٦- نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های ماست

آزمون حسی	نمونه	روز ۱	روز ۸	روز ۱۵	روز ۲۲
رنگ و ظاهر	CFY	۵/۰۰±۰/۰۰^{aA}	۴/۹۳±۰/۰۷^{aA}	۴/۹۳±۰/۰۷^{aA}	۴/۸۶±۰/۰۰^{aA}
	CSY	۴/۸۶±۰/۰۷^{aA}	۴/۷۹±۰/۰۷^{aA}	۴/۷۹±۰/۰۷^{abA}	۴/۶۴±۰/۰۷^{abA}
	YE10	۵/۰۰±۰/۰۰^{aA}	۴/۹۳±۰/۰۷^{aA}	۴/۸۶±۰/۰۰^{abAB}	۴/۷۹±۰/۰۷^{aB}
	YE20	۴/۸۶±۰/۰۰^{aA}	۴/۷۹±۰/۰۷^{aA}	۴/۷۲±۰/۰۰^{bAB}	۴/۴۲±۰/۰۷^{bB}
	YE30	۴/۲۰±۰/۰۶^{bA}	۳/۹۳±۰/۰۷^{bA}	۳/۹۳±۰/۰۷^{cA}	۳/۶۴±۰/۰۷^{cB}
بافت و قوام	CFY	۴/۸۶±۰/۰۰^{aA}	۴/۸۶±۰/۰۰^{aA}	۴/۹۳±۰/۰۷^{aA}	۴/۹۳±۰/۰۷^{aA}
	CSY	۴/۵۰±۰/۲۲^{aA}	۴/۶۴±۰/۰۷^{bA}	۴/۶۴±۰/۰۷^{bA}	۴/۷۲±۰/۰۰^{bA}
	YE10	۴/۷۹±۰/۰۷^{aA}	۴/۸۶±۰/۰۰^{aA}	۴/۹۳±۰/۰۷^{aA}	۴/۹۳±۰/۰۷^{aA}
	YE20	۴/۷۲±۰/۰۰^{aA}	۴/۷۹±۰/۰۷^{abA}	۴/۷۹±۰/۰۷^{abA}	۴/۸۶±۰/۰۰^{abA}
	YE30	۳/۳۵±۰/۰۷^{bB}	۳/۴۲±۰/۰۰^{cAB}	۳/۴۹±۰/۰۷^{cAB}	۳/۵۷±۰/۰۰^{cA}
عطر و طعم	CFY	۹/۵۰±۰/۰۷^{aA}	۹/۵۰±۰/۰۷^{aA}	۸/۹۳±۰/۰۷^{aA}	۸/۹۲±۰/۲۱^{aA}
	CSY	۹/۲۱±۰/۰۷^{aA}	۸/۹۳±۰/۰۷^{bAB}	۸/۷۸±۰/۰۷^{aB}	۸/۴۹±۰/۰۷^{bC}
	YE10	۹/۱۴±۰/۱۴^{aA}	۹/۰۰±۰/۰۰^{bA}	۸/۹۳±۰/۰۷^{aAB}	۸/۶۴±۰/۰۷^{abB}
	YE20	۸/۲۸±۰/۱۴^{bA}	۷/۹۹±۰/۱۴^{cAB}	۷/۷۱±۰/۰۰^{bBC}	۷/۴۲±۰/۱۴^{cC}
	YE30	۷/۵۶±۰/۱۴^{cA}	۷/۴۹±۰/۰۷^{dAB}	۶/۹۹±۰/۱۴^{cB}	۶/۲۸±۰/۱۴^{dC}
مطلوبیت نهایی	CFY	۱۹/۳۶±۰/۰۷^{aA}	۱۹/۲۹±۰/۱۴^{aA}	۱۸/۷۸±۰/۰۷^{aB}	۱۸/۷۲±۰/۰۰^{aB}
	CSY	۱۸/۵۷±۰/۴۳^{abA}	۱۸/۳۶±۰/۰۶^{bA}	۱۸/۲۲±۰/۰۷^{bA}	۱۷/۸۶±۰/۰۰^{bA}
	YE10	۱۸/۹۳±۰/۲۱^{aA}	۱۸/۷۹±۰/۰۷^{abAB}	۱۸/۷۲±۰/۰۰^{abAB}	۱۸/۳۶±۰/۰۷^{abB}
	YE20	۱۷/۸۶±۰/۱۴^{bA}	۱۷/۵۷±۰/۲۸^{cAB}	۱۷/۲۲±۰/۰۷^{bAB}	۱۶/۷۱±۰/۲۹^{cB}
	YE30	۱۵/۱۲±۰/۲۸^{cA}	۱۴/۸۴±۰/۱۴^{dA}	۱۴/۴۲±۰/۲۹^{cAB}	۱۳/۴۹±۰/۲۱^{dB}

مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

حروف کوچک و بزرگ متفاوت به ترتیب در ستون و سطر بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

آزمون‌های بافتی

نتایج حاصل از بررسی آزمون بافتی در روزهای اول و بیست و دوم انبارداری در جدول ۷ نشان داده شده است. مطابق نتایج به دست آمده، تفاوت معنی‌داری ($p<0.05$) در بین نمونه‌های ماست از نظر ویژگی‌های سفتی، کشسانی، پیوستگی و چسبندگی وجود دارد. نتایج حاصل از تأثیر گذشت زمان بر فاکتور سفتی و چسبندگی معنی‌دار ($p<0.05$) نبود که با نتایج پژوهش‌های آکگون و همکاران (Akgun *et al.*, 2016) هم‌راستاست. در عین حال، دوره انبارداری موجب بروز تغییرات معنی‌دار ($p<0.05$) در ویژگی‌های کشسانی و پیوستگی شده است. خاصیت کشسانی با گذشت زمان به‌طور معنی‌داری ($p<0.05$) کاهش و میزان پیوستگی افزایش یافته است. در بین نمونه‌های ماست، فاکتور سفتی در ماست کنترل پرچرب با ماست حاوی ۱۰ گرم از پودر سنجد تفاوت معنی‌داری ($p<0.05$) ندارد اما با افزایش مقدار پودر سنجد به ۲۰ و ۳۰ گرم در لیتر، سفتی نمونه‌ها ($p<0.05$) کاهش می‌یابد. اکبر و همکاران (Akbar *et al.*, 2020) در بررسی تولید ماست بدون چربی با استفاده از شیره خرما گزارش کردند که سفتی نمونه‌ها با افزایش مقدار شیره خرما به علت سست کردن ساختار پروتئینی ماست و نیز کاهش نیروی جاذبه بین ذرات، کاهش می‌یابد. قیاس نتایج به دست آمده از ویژگی‌های کشسانی در بین نمونه‌ها حاکی از آن است که پودر سنجد خاصیت کشسانی

را کاهش ($p<0.05$) می‌دهد، به طوری که نمونه YE۳۰ کمترین کشسانی را دارد. در روز اول انبارداری نمونه‌های CFY، CSY و YE۱۰ از لحاظ پیوستگی تفاوت معنی‌داری ($p<0.05$) نداشتند اما با افزایش مقدار پودر سنجد پیوستگی به‌طور معنی‌داری ($p<0.05$) کاهش یافته است. نتایج به دست آمده در روز بیست و دوم انبارداری نشان داد که افزودن پودر سنجد پیوستگی نمونه‌ها را به‌طور معنی‌داری ($p<0.05$) کاهش می‌دهد. افزودن ۱۰ گرم در لیتر از پودر سنجد در تولید ماست از شیر بدون چربی سبب افزایش معنی‌دار ($p<0.05$) فاکتور چسبندگی، در مقایسه با سایر نمونه‌ها در روز اول انبارداری، شده است. به طور کلی، نمونه YE۳۰ دارای کمترین سفتی، پیوستگی و چسبندگی است. احمدزاده قویدل و همکاران (Ahmadzadeh ghavidel *et al.*, 2012) با بررسی افزودن توت‌فرنگی و فیبر پرتقال به ماست به این نتیجه رسیدند که افزایش توت‌فرنگی در ماست موجب کاهش فاکتورهای مربوط به بافت می‌شود که با تحقیق حاضر همخوانی دارد.

جدول ۷- نتایج حاصل از ارزیابی آزمون بافت در نمونه‌های ماست

آزمون بافت	نمونه	روز ۱	روز ۲۲
سفتی (نیوتون)	CFY	۰/۱۳±۰/۰۰^{aA}	۰/۱۶±۰/۰۰^{aA}
	CSY	۰/۱۰±۰/۰۰^{bcA}	۰/۱۱±۰/۰۰^{cA}
	YE10	۰/۱۳±۰/۰۱^{aA}	۰/۱۶±۰/۰۰^{aA}
	YE20	۰/۱۲±۰/۰۰^{abA}	۰/۱۳±۰/۰۰^{bA}
	YE30	۰/۰۸±۰/۰۰^{cA}	۰/۰۹±۰/۰۰^{dA}
کشسانی (میلی‌متر)	CFY	۳/۴۱±۰/۰۲^{bA}	۲/۹۳±۰/۰۴^{bB}
	CSY	۰/۴۶±۰/۰۳^{eA}	۰/۱۲±۰/۰۲^{eB}
	YE10	۴/۱۹±۰/۰۴^{aA}	۳/۷۵±۰/۰۵^{aB}
	YE20	۳/۱۵±۰/۰۴^{cA}	۲/۷۰±۰/۰۲^{cB}
	YE30	۱/۴۰±۰/۰۳^{dA}	۰/۷۷±۰/۰۴^{dB}
پیوستگی	CFY	۰/۴۶±۰/۰۳^{aB}	۰/۷۳±۰/۰۳^{aA}
	CSY	۰/۴۱±۰/۰۳^{aA}	۰/۵۵±۰/۰۲^{bA}
	YE10	۰/۴۳±۰/۰۲^{aB}	۰/۵۷±۰/۰۱^{bA}
	YE20	۰/۳۰±۰/۰۱^{bB}	۰/۴۲±۰/۰۲^{cA}
	YE30	۰/۲۸±۰/۰۱^{bA}	۰/۳۲±۰/۰۳^{dA}
چسبندگی	CFY	۰/۱۵±۰/۰۵^{bA}	۰/۳۰±۰/۱۰^{abA}
	CSY	۰/۱۰±۰/۰۰^{bA}	۰/۱۵±۰/۰۵^{bA}
	YE10	۰/۳۵±۰/۰۵^{aA}	۰/۴۰±۰/۰۰^{aA}
	YE20	۰/۱۵±۰/۰۵^{bA}	۰/۲۰±۰/۰۰^{abA}
	YE30	۰/۱۰±۰/۰۰^{bA}	۰/۱۵±۰/۰۵^{bA}

مقادیر بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

حروف کوچک و بزرگ متفاوت به ترتیب در ستون و سطر بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

نتیجه‌گیری

افزایش میزان پودر سنجد در ماست موجب کاهش اسیدیته، ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب و افزایش pH و آب‌اندازی در نمونه‌های ماست در مقایسه با نمونه شاهد شده است. از سوی دیگر، با گذشت دوره انبارداری، اسیدیته، ویسکوزیته و

ظرفیت نگهداری آب در همه نمونه‌ها افزایش و pH و آب‌اندازی کاهش پیدا کرد. با توجه به تأثیر پودر سنجد بر pH، اسیدیته و آب‌اندازی نمونه‌های ماست، نمونه YE۳۰ از نظر آزمون‌های حسی کمترین امتیاز را دریافت کرد. این نمونه دارای بیشترین آب‌اندازی و کمترین ظرفیت نگهداری آب بود و در بین نمونه‌ها کمترین سفتی و چسبندگی را داشت. نتایج به دست آمده از آزمون بافتی نشان داد که افزایش میزان پودر سنجد در ماست موجب کاهش میزان سفتی، پیوستگی و چسبندگی می‌شود. زیرا پودر سنجد ساختار ژلی و پروتئینی ماست را سست می‌کند نیروی جاذبه بین ذرات را کاهش می‌دهد. نتایج به دست آمده از آزمون‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و بافتی نمونه‌های ماست مؤید این نکته است که نمونه YE۱۰ در بین نمونه‌های حاوی پودر سنجد دارای کمترین آب‌اندازی و بیشترین ظرفیت نگهداری آب و بیشترین امتیاز آزمون‌های حسی از نظر عطر و طعم، رنگ و ظاهر، بافت و قوام و مطلوبیت کلی است و بیشترین سفتی و چسبندگی را دارد. با توجه به موارد فوق، از نمونه YE۱۰ می‌توان به عنوان بهترین نمونه قابل تولید با استفاده از پودر سنجد اشاره کرد.

تعارض منافع

نویسندگان در رابطه با انتشار مقاله ارائه شده به طور کامل از اخلاق نشر، از جمله سرقت ادبی، سوء رفتار، جعل داده‌ها و یا ارسال و انتشار دوگانه، پرهیز نموده‌اند و منافعی تجاری در این راستا وجود ندارد.

مراجع

Ahmadzadeh ghavidel, R., Zomorodi, Sh., Azimimahaleh, A. and Mohamadisani, A. 2012. The effect of orange fiber on physicochemical, rheological and sensory properties of strawberry fruit yogurt by using response surface methodology. Journal of Innovation in Food Science and Technology. 5(1): 23-34. (in Persian).

Akbar, R., Soltani, M. and Moslehishad, M. 2020. Effect of using date molasses on the quality properties of set-type non-fat yoghurt. Journal of Food Researches. 29(4): 201-215. (in Persian).

Akgun, A., Yazici, F. and Gulec, H. A. 2016. Effect of reduced fat content on the physicochemical and microbiological properties of buffalo milk yoghurt. LWT. 74, 521-527.

Alami, M., Amiriaghdaei, S. and Rezaei, R. 2010. The effect of hydrocolloid on *Plantago* seed on physicochemical and sensory properties of low-fat yogurt. Iranian Food Science and Technology. 6(3): 201-209. (in Persian).

Alami, M., Khamiri, M., Rezaei, R. and Kashaninezhad, M. 2010. The effect of guar gum and Arabic gum on physicochemical properties of frozen yogurt. Journal of Food Research (Agricultural Science). 21(1): 83-91. (in Persian).

Al-kadamany, E., Khattar, M. Haddad, T. and Toufeili, I. 2003. Estimation of shelf life of concentrated yoghurt by monitoring selected microbiological and physicochemical changes during storage. LWT-Food Science and Technology. 36(4): 407-414.

AOAC. 2005. Official methods of analysis. Association of official analytical chemists, 18th Ed. Washington, DC.

Bakirci, I. and Kavaz, A.2008. An investigation of some properties of banana yogurts made with commercial *ABT-2* starter culture during storage. International Journal of Dairy Technology. 61(3): 270-276.

Bashashaliabadi, F., Fadaeenoghani, V. and Fahimdanesh. M. 2014. Investigation of some physicochemical and sensory properties of processed yogurt enriched with *Purslane*. Journal of innovation in Food Science and Technology. 7(4): 105-116. (in Persian).

Boeneke, C. A. and Aryana. K. J. 2008. Effect of folic acid fortification on the characteristics of lemon yogurt. LWT- Food Science and Technology. 41, 1335-1343.

Bonczar, G., Wszolek, M. and Siuta, A. 2002. The effects of certain factors on the properties of yogurt made from ewe's milk. Food Chemistry. 79(1): 85-91.

Brennan, C.S. and Tudorica, C.M. 2008. Carbohydrate-based fat replacers in the modification of the rheological. Textural and sensory quality of yoghurt: comparative study of the utilisation of barley beta-glucan. Guar gum and inulin. International Journal of Food Science and Technology. 43(5): 824-833.

Cinbas, A. and Yazici, F. 2007. Effect of the addition of blueberries on selected physicochemical and sensory properties of yoghurts. Food Technology and Biotechnology. 46(4): 434–441.

Crehan, C. M., Hughes, E., Troy, D. J. and Buckley, D. J. 2000. Effects of fat level and maltodextrin on the functional properties of frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. Meat Science. 55(4): 463-69.

Demirci, T., Aktas, K., Sozeri, D., Ozturk, H.I. and Akin, N. 2017. Rice bran improve probiotic viability in yoghurt and provide added antioxidative benefits. Journal of Functional Foods. 36, 396-403.

Dai, S., Corke, H. and Shah, N. P. 2016. Utilization of konjac glucomannan as a fat replacer in low-fat and skimmed yogurt. Journal of Dairy Science. 99(9): 7063-7074.

Domagała, J., Wszołek, M., Tamime, A. Y. and Kupiec-Teahan, B. 2013. The effect of transglutaminase concentration on the texture, syneresis and microstructure of set-type goat's milk yoghurt during the storage period. Small Ruminant Research. 112(1-3): 154-161.

Elhamirad, A. H., Tohidzadeh, M., Khosroshahiasl, A. and Zomorodi, Sh. 2013. Effect of fiber on *Lactobacillus casei* survival and quality of apricot yogurt by using response surface methodology. Journal of Innovation in Food Science and Technology. 6(1): 113-122. (in Persian).

Esmaeilzadeh nasiri, M., Nasiri, M., Ardebili, M. and Abbasi, S. 2015. Investigation of some rheological and sensory characteristics of instant yogurt. Food Science and Technology. 46(12): 155-166. (in Persian).

Fiszman, S. M., Lluch, M. A., and Salvador, A. 1999. Effect of addition of gelatin on microstructure of acidic milk gels and yoghurt and on their rheological properties. International Dairy Journal. 9(12): 895-901.

Hekmat, S. H., Soltani, H. and Reid, G. 2009. Growth and survival of *Lactobacillus reuteri* RC-14 and Lactobacillus rhamnosus GR-1 in yogurt for use as a functional food. Food Science and Emerging Technologies. 10(2): 293-296.

Hojatoleslami, M., Risi, Z., Azizi, M., Molavi, H. and Vatandoost, S. 2015. The effect of adding angustifolia powder to quality characteristics of burger's bread. Food Science and Technology. 49(12): 73-84. (in Persian).

ISIRI. 1970. Determination of total azote in milk with Kjeldahl method. National Standard of Iran-number 639. Institute of Standards and Industrial Research of Iran.

ISIRI. 2004. Milk, cream and evaporated milk-determination of total solid content. National Standard of Iran-number 11328. Institute of Standards and Industrial Research of Iran.

ISIRI. 2019. Yogurt-Specifications and test methods. National Standard of Iran-number 695. Institute of Standards and Industrial Research of Iran.

Kaczmarczyk, M. M., Miller, M. J. and Freund, G. G. 2012. The health benefits of dietary fiber: Beyond the usual suspects of type 2 diabetes mellitus, cardiovascular disease and colon cancer. Metabolism: Clinical and Experimental. 61(8): 1058-1066.

Küçüköner, E., & Tarakçı, Z. (2003). Influence of different fruit additives on some properties of stirred yoghurt during storage. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 13(2), 97-101.

Lucey, J. A. 2004. Cultured dairy products: An overview of their gelation and texture properties. International Journal of Dairy Technology. 57(2-3): 77-84.

Mantzouridou, F. T., Naziri, E., Kyriakidou, A., Paraskevopoulou, A., Tsimidou, M. Z. and Kiosseoglou, V. 2019. Oil bodies from dry maize germ as an effective replacer of cow milk fat globules in yogurt-like product formulation. LWT-Food Science and Technology. 105, 48-56.

Marafon, A. P., Sumi, A., Alcantara, M. R., Tamime, A. Y. and de Oliviera, M. N. Optimization of the rheological properties of probiotic yoghurts supplemented with milk proteins. LWT-Food Science and Technology. 44, 511-519.

Marand, M. A., Amjadi, S., Roufegarinejad, L. and Jafari, S. M. 2020. Fortification of yogurt with flaxseed powder and evaluation of its fatty acid profile, physicochemical, antioxidant, and sensory properties. Powder Technology. 359, 76-84.

Martins, Z. E., Pinho, O., Ferreira, I. M. P. L. V. O., Jekle, M. and Becker, T. 2017. Development of fibre-enriched wheat breads: impact of recovered agroindustrial by –

products on physicochemical properties of dough and bread characteristics. European Food Research and Technology. 243(110): 1973-1988.

Meilgaard M, Civille G, Carr V. 1999. Sensory Evaluation Techniques. 3rd Edition. CRC Press; USA.

Mirazimi, F. 2017. The effect of pear powder as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. M.Sc. Thesis. Faculty of Pharmacy. Department of Food Sciences and Technology, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University. Tehran. Iran. (in Persian).

Nguyen, P. T., Kravchuk, O., Bhandari, B., and Prakash, S. 2017. Effect of different hydrocolloids on texture, rheology, tribology and sensory perception of texture and mouth feel of low-fat pot-set yoghurt. Food Hydrocolloids. 72, 90-104.

Öztürk, B. A., and Öner, M. D. 1999. Production and evaluation of yogurt with concentrated grape juice. Journal of Food Science. 64(3): 530-532.

Romeih, E.A., Abdel-Hamid, M. and Awad, A. A. 2004. The addition of buttermilk powder and transglutaminase improves textural and organoleptic properties of fat-free buffalo yoghurt. Dairy Science and Technology. 94(3): 297-309.

Sah, B. N. P., Vasiljevic, T., McKechnie, S., and Donkor, O. N. 2016. Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. LWT-Food Science and Technology. 65, 978-986.

Sahan, N., Yasar, k. and Hayaloglu, A.A. 2008. Physical, chemical and flavor quality of non-fat yogurt as affected by a β-glucan hydrocolloidal composite during storage. Food Hydrocolloids. 22, 1291-1297.

Sekhavatizadeh, S. and Sadeghzadehfar, Sh. 2012. The effect of guar gum as a fat replacer on some chemical and sensory properties of low-fat yogurt. Journal of Innovation in Food Science and Technology. 5(2): 30-38. (in Persian).

Sodini, I., Lucas, A., Oliveira, M. N., Remeuf, F. and Corrieu, G. 2002. Effect of milk base and starter culture on acidification, texture, and probiotic cell counts in fermented milk processing. Journal of Dairy Science. 85(10): 2479-2488.

Staffolo, M. D., Bertola, N., Martino, M. and Bevilacqua, A. 2004. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. International Dairy Journal. 14(3): 263-268.

Tamime, A.Y., Barrantes, E. and Sword, A.M. 1996. The effects of starch based fat substitutes on the microstructure of set-style yogurt made from reconstituted skimmed milk powder. International Journal of Dairy Technology. 49(1): 1-10.

Tamtaji, A.R., Takhtfiroozeh, S. M., Tagizadeh, M., Hamidi, Gh. A. and Talaee, S. A. 2014. Evaluating the analgesic effect of the aqueous extract of *Elaeagnus angustifolia* in rats. Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences. 18(4): 308-316. (in Persian).

Tomic N., Dojnov, B., Miocinivic, J., Tomasevic, I., Smigic, N., Djekic, I. and Vujcic, Z. 2017. Enrichment of yogurt with insoluble dietary fiber from triticale – A sensory perspective. LWT- Food Science and Technology. 80, 9-66.

Yousef, M., Nateghi, L. and Azadi, E. 2013. Effect of different concentration of fruit additives on some physicochemical properties of yoghurt during storage. Annals of Biological Research. 4(4): 244-249.

Yu, H.Y., Wang, L. and McCarthy, K.L. 2016. Characterization of yogurts made with milk solid nonfat by rheological behavior nuclear magnetic resonance spectroscopy. Journal of food and drug analysis. 24(4): 804-812.

Zare, F., Boye, J. I., Orsat, V., Champagne, C. and Simpson, B.K. 2011. Microbial, physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour. Food Research International. 44(8): 2482-2488.

Zhou, N. and Mulvaney, S. J. 1998. The effect of milk-fat the ratio of casein to water, and temperature on the viscoelastic properties of rennet casein gels. Department of Food Science. Cornell University. 81(10): 561-571.

Zomorodi, Sh. 2012. Physicochemical, Rheological and Sensory characteristics of yogurt fortified with Wheat fiber. Journal of Food Research (Agricultural Science). 22(4): 443-454. (in Persian).

Food Engineering Research/Vol.19/No.69/Autumn and Winter 2020/P: 159-176

Journal Home page: https://fooder.areeo.ac.ir/

Original Research

Effect of Using Russian Olive (*Elaeagnus Angustifolia)* Powder on Quality Properties of Non-Fat Set-Type Yoghurt

Sh. Navaeian Ghasemi, M. Soltani* and M. Moslehishad

* Corresponding Author: Assistant Professor, Department of Food Sciences & Technology, Factually of Pharmacy, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: m.soltani@iaups.ac.ir
Received: 5 October 2019, Accepted: 1 February 2021
http://doi: 10.22092/fooder.2020.127989.1239

Abstract

Russian olive, *Elaeagnus angustifolia*, is used in the treatment of various diseases because of its nutritional and pharmaceutical properties. The aim of this study was to evaluate the effect of using various amounts of Russisn olive powder on physicochemical, texture and sensory properties of set-type yoghurt produced from non-fat milk. Five yoghurt samples were manufactured from full-fat milk, non-fat milk and with addition of Russian olive powder in three different amounts of 10, 20 and 30 g/L to non-fat milk. Yoghurt samples were then stored in a refrigerator (4±1°C) for 22 days and their physico-chemical, texture and sensory properties were evaluated during storage. The results showed that using Russian olive powder caused significant changes ($p<0.05$) in physicochemical, texture and sensory properties of yoghurt samples. With addition of Russian olive powder, acidity, viscosity and water holding capacity decreased significantly in yoghurt samples, while pH and syneresis increased ($p<0.05$). On the other hand, while acidity and viscosity increased significantly during storage in all samples, pH, syneresis and water holding capacity decreased ($p<0.05$). In conclusion, using 10 g/L of Russian olive powder had the best physicochemical, texture and sensory result in manufacturing of non-fat yoghurt.

Keywords: Dairy products, Functional food, Physicochemical properties, Sensory properties, Texture properties