

اثر روغن کنجد و فشار هموژنیزاسیون بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، کیفی و میکروبی ماست

منوچهر نوروز¹، محمد گلی^{2,3*}

- 1- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
2- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
3- دانشیار، مرکز تحقیقات لیزر و بیوفوتونیک در فناوری‌های زیستی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
* نویسنده مسئول (mgolifood@yahoo.com)

تاریخ دریافت: 1400/07/13
تاریخ بازنگری: 1400/09/26
تاریخ پذیرش: 1400/09/27
تاریخ انتشار برخط: 1400/09/28

واژه‌های کلیدی

بافت
روغن کنجد
عمل‌گرا
کیفیت
ماست

چکیده

ماست یکی از پرمصرف‌ترین فراورده‌های لبنی است که به دلیل ارزش غذایی بالا و اثر سلامتی‌بخشی آن، اهمیت ویژه‌ای در برنامه غذایی افراد دارد. در این تحقیق، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، کیفی، حسی (بافت، طعم و مزه، احساس دهانی و پذیرش کلی) و میکروبی نمونه‌های ماست تولیدی حاوی روغن کنجد (1، 2 و 3 درصد) بعد از هموژنیزاسیون در دو فشار 100 و 200 بار، طی دوره نگهداری 21 روز مطالعه شدند. نمونه‌های دارای روغن کنجد pH بالاتری دارند و با افزایش فشار، میزان pH افزایش نشان داد. طی دوره نگهداری، میزان اسیدیته نمونه‌ها، روند افزایشی داشت. به علاوه، اندیس پراکسید افزایش یافت و میزان آن در نمونه‌های حاوی روغن کنجد بیشتر بود. آب‌اندازی در نمونه‌های دارای چربی شیر در مقایسه با روغن کنجد بیشتر بود؛ اما میزان آب‌اندازی با افزایش میزان چربی بخصوص درمورد چربی شیر، کاهش یافت. قانون توان به‌خوبی با نتایج خصوصیات رئولوژیکی نمونه‌های ماست برازش شد و افزودن روغن کنجد منجر به تفاوت قابل‌ملاحظه در خصوصیات بافتی نمونه‌ها نشد. پارامتر روشنایی نشان داد که تنها نمونه حاوی 3 درصد روغن کنجد و هموژن‌شده در فشار 100 بار، اختلاف معنی‌داری با سایر نمونه‌ها دارد ($P < 0/05$). باوجود اینکه ارزیابی حسی نمونه‌های تولیدی نشان داد که ماست‌های حاوی روغن کنجد، با افزایش میزان روغن بافت بهتری را داشتند؛ اما طعم و مزه و احساس دهانی پایین‌تری را نشان دادند. افزودن روغن کنجد باعث آفت پذیرش کلی ماست تولیدی شد که ممکن است ناشی از عدم بویگیری روغن کنجد مصرفی در محصول باشد.

فراورده‌های لبنی، ماست نسبت به سایر فراورده‌ها شناخته‌شده‌تر بوده و از محبوبیت بیشتری برخوردار است و به سهولت می‌توان آن را با سایر مواد مغذی مخلوط کرد (Shortt, Shaw, & Mazza, 2004). ماست یک غذای نیمه‌جامد با ریزساختار شامل یک شبکه پروتئینی است

مقدمه
ماست یکی از پرمصرف‌ترین فراورده‌های تخمیری شیر می‌باشد که به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا و تأثیر مثبت در سلامتی انسان، اهمیت ویژه‌ای در رژیم غذایی افراد دارد (بیرقی‌طوسی، شاکری و مرتضوی، 1385). در بین تمام

پوشش‌دار و روغن بزرک) بررسی کردند. متینی، مرتضوی، صادقیان و شریفی (1397) پایداری عصاره پوست انگور قرمز را در ماست بررسی کردند. نتایج تحقیق نشان داد که عصاره پوست انگور قرمز به دلیل وجود ترکیبات فنولیک، آنتوسیانین و فعالیت آنتی‌اکسیدانی، می‌تواند به‌عنوان جزء فراسودمند در ماست معرفی گردد. توکلی و مختاریان (in Press) اثر افزودن پروتئین هسته نارنج روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست را مطالعه کردند. افزودن پروتئین هسته نارنج باعث کاهش آب‌اندازی و افزایش قابلیت پذیرش ماست قالبی شد.

روغن‌های مایع گیاهی از جمله روغن کنجد، زیتون، ذرت، سویا، آفتاب‌گردان و غیره به میزان قابل توجهی اسیدهای چرب غیراشباع دارند که برای سلامت بدن مفید بوده و کمتر باعث افزایش سطح چربی خون، تصلب شرائین و گرفتگی و سایر بیماری‌های عروقی می‌شوند. بنابراین روغن‌های مایع گیاهی که به‌صورت طبیعی از دانه‌های روغنی به‌دست می‌آیند، مناسب‌ترین روغن خوراکی محسوب می‌شوند. روغن کنجد در تهیه عطرها، مواد آرایشی و بهداشتی، داروسازی و همچنین برای طبخ مواد غذایی به‌کار می‌رود. این روغن به‌عنوان یک روغن با قیمت و کیفیت بالا شناخته شده و در بین روغن‌های خوراکی مختلف که درصد بالای اسید چرب غیراشباع دارند، دارای مقاومت و ماندگاری بیشتری است. روغن کنجد دارای طعمی مطبوع و بویی ملایم است، به‌همین جهت بدون نیاز به زمستانه‌کردن در تهیه سالادها استفاده می‌شود. نوع لیگنان و آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی موجود در این روغن باعث مقاومت بالا در برابر اکسیداسیون و خواص ارزشمند روغن کنجد شده است. ترکیب اسیدهای چرب روغن کنجد به‌گونه‌ای است که برای هر سه مصرف سرخ‌کردن، پخت‌وپز و سالاد قابل استفاده می‌باشد. روغن کنجد دارای اسیدهای چرب غیراشباع خیلی زیادی می‌باشد (80 درصد غیراشباعی دارد). اسیدهای چرب روغن کنجد بیشتر شامل اسید لینولئیک² (40 درصد)، اسید اولئیک³ (39/1 درصد) و مقادیر پایین‌تر اسید پالمیتیک⁴ (9/1 درصد) می‌باشد (قربانی‌حسن‌سرایبی، 1393).

با توجه به اهمیت و مصرف ماست در جیره غذایی اکثر مردم و از طرف دیگر اثرات نامطلوب چربی‌های حیوانی

که در آن گلبول‌های چربی پراکنده شده‌اند. این ریزساختار و خواص رئولوژیکی ماست در کنار خواص حسی و عملکردی مطلوب از جمله قوام، نرمی و توانایی جریان‌یافتن، باعث ایجاد کیفیت مناسب ماست می‌شوند. خصوصیات کیفی ماست تحت تأثیر مواردی از قبیل انتخاب شیر با مواد جامد مناسب، کشت آغازگر، ترکیبات افزودنی و شرایط فرایند تولید آن است (ایزدی، نصیرپور و گروسی، 1391). ماست در بین محصولات لبنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، به‌ویژه برای مصرف‌کنندگانی که مبتلا به عدم تحمل لاکتوز¹ هستند، استفاده از ماست توصیه می‌شود. از لحاظ تغذیه‌ای ماست به سادگی هضم شده، ارزش غذایی بالایی دارد و منبع غنی از کربوهیدرات، پروتئین، ویتامین‌ها، چربی، کلسیم و فسفر است. ترکیبات پروتئینی، چربی و لاکتوز به‌صورت جزئی طی فرایندهای میکروبی تجزیه می‌شوند. ماست از شیر راحت‌تر هضم شده و قادر است فلور میکروبی دستگاه گوارش را حفظ کند. همچنین خاصیت ضدتوموری و ضدکلسترولی دارد. تولید و مصرف ماست در چند دهه اخیر افزایش قابل توجهی داشته که نشان از اهمیت این محصول است (قربانی‌حسن‌سرایبی، 1393).

مطالعه‌هایی که تاکنون در خصوص غنی‌سازی ماست انجام شده است، شامل مواردی همچون غنی‌سازی ماست با ویتامین‌ها، غنی‌سازی ماست با آهن، غنی‌سازی با کلسیم، غنی‌سازی با فیبر، غنی‌سازی با میوه‌ها و سبزی‌ها و در نهایت غنی‌سازی ماست با روغن‌های گیاهی حاوی اسیدهای چرب غیراشباع و استرول‌های گیاهی است (Hashemi Gahruei, Eskandari, Mesbahi, & Hanifpour, 2015). گروسی، نصیرپور، احمدی و بهرامی (1390) تولید ماست غنی‌شده با فیتواسترول را به‌منظور کاهش کلسترول بهینه‌سازی کردند. نتایج نشان داد که غنی‌سازی نمونه‌ها با فیتواسترول موجب کاهش میزان سیرسیس و ویسکوزیته و افزایش قدرت ژل نسبت به نمونه شاهد می‌شود؛ اما تغییری در اسیدیته نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد ایجاد نمی‌کند. Nasirpour, Tamjidi, & Shahedi (2012) از روغن ماهی ریزپوشانی شده به روش توده‌ای شدن مرکب در غنی‌سازی ماست استفاده کردند. قربانی‌حسن‌سرایبی، شهیدی، قدوسی، معتمدزادگان و وریدی (1394) استفاده از سه نوع منبع امگا-3 (روغن ماهی پوشش‌دار، روغن بزرک، مخلوط روغن ماهی

² Linoleic acid

³ Oleic acid

⁴ Palmitic acid

¹ Lactose intolerance

آماده‌سازی ماست حاوی روغن کنجد

ابتدا براساس درصد وزنی، روغن کنجد (1، 2 و 3 درصد وزنی) به شیر بدون چربی (کمتر از 0/5 درصد وزنی چربی) اضافه (8 درصد وزنی ماده خشک) و کاملاً مخلوط شده و در دو فشار 100 و 200 بار هموزن شدند (جدول 1). سپس در دمای 85 درجه سانتی‌گراد به مدت 15 دقیقه پاستوریزه و تا دمای 42-43 درجه سانتی‌گراد سرد شدند. 2 درصد وزنی مایه ماست سنتی (مایه‌پنیر شامل استرپتوکوکوس ترموفیلوس¹ و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس² با نسبت 0/7) به آن اضافه شده و در ظروف پلی‌اتیلنی ریخته شدند. ظروف در گرم‌خانه با دمای 44 درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به pH 4/7 قرار گرفتند و سپس نمونه‌های ماست تولیدی از گرم‌خانه خارج و در یخچال با دمای 4 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. بعد از گذشت 24 ساعت، تمام آزمون‌های روز اول انجام شدند.

آزمون‌ها

اندازه‌گیری pH و اسیدیته

pH نمونه‌های ماست تولیدی با pH متر دستی (Metrohm, model 827، ساخت سوئیس) انجام شد. اسیدیته به روش تیتراسیون انجام شد و میزان اسیدیته برحسب درصد اسید لاکتیک در روزهای 1، 7، 14 و 21 محاسبه گردید (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI], 1385).

اندیس پراکسید

استخراج روغن به روش Tamjidi و همکاران (2012) صورت گرفت و اندیس پراکسید بلافاصله بعد از استخراج به روش AOAC (1995) انجام شد. ابتدا ماست به نسبت 1:1 با آب مقطر رقیق و مطابق روش اندازه‌گیری چربی به روش ژربر³، چربی استخراج و سایر مراحل انجام شد. اندیس پراکسید در روزهای 1 و 21 اندازه‌گیری شد (AOAC, 1995; Tamjidi et al., 2012).

اندازه‌گیری آب‌اندازی

اندازه‌گیری میزان آب‌اندازی نمونه‌ها با قراردادن 20 گرم نمونه روی کاغذ صافی و در درون قیف به مدت 4 ساعت انجام شد و با استفاده از رابطه (1) محاسبه گردید. روی

به‌واسطه اشباع‌بودن آنها و همچنین اثرات سلامتی‌بخش روغن‌هایی همچون کنجد باعث شد که ایده استفاده از روغن کنجد در فرمولاسیون ماست به مرحله تحقیق گذاشته شود. لازم به ذکر است که امروزه استفاده از مواد اولیه عمل‌گرا در محصولات غذایی پرفشار، بسیار موردتوجه قرار گرفته است. شاید بتوان با به‌کارگیری روغن کنجد و جایگزینی آن به‌جای چربی معمولی شیر، هم محصول جدیدی را توسعه داد و هم اینکه با این کار مصرف روغن کنجد را در سبد غذایی خانواده‌ها افزایش داد. هموژنیزاسیون به‌عنوان یک فرایند معمول در محصولات لبنی می‌تواند توزیع روغن را در ماست یکنواخت نماید و کیفیت و خصوصیات حسی محصول را افزایش دهد. همچنین، هموژنیزاسیون با ریزکردن ذرات چربی، مانع جداسدن فاز روغنی طی دوره نگهداری می‌گردد.

مواد و روش‌ها

مواد

روغن کنجد بکر تولیدشده به پرس سرد و دارای مجوزهای موردتأیید، از سوپرمارکت محلی خریداری شد. مقدار عدد اسیدی روغن کنجد کاربردی در این تحقیق 0/5 میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن، عدد صابونی 190 میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن، عدد پراکسید 1/5 میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن، شاخص زردی 30، شاخص قرمزی 2/5، ضریب شکست در 20 درجه سانتی‌گراد 1/48، نقطه ذوب 6- درجه سانتی‌گراد، وزن مخصوص 0/915 گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. شیر تازه (کمتر از 0/5 درصد وزنی چربی) از شرکت پگاه گلپایگان تهیه و نمونه‌های ماست تولیدشده در این واحد تولید گردید.

جدول 1- مشخصات تیمارها و کد آنها

کد تیمار	فشار هموژنیزاسیون (بار)	نوع روغن و مقدار آن
B ₁ -100	100	ماست با 1 درصد چربی شیر
B ₂ -100	100	ماست با 2 درصد چربی شیر
B ₃ -100	100	ماست با 3 درصد چربی شیر
S ₁ -100	100	ماست با 1 درصد روغن کنجد
S ₂ -100	100	ماست با 2 درصد روغن کنجد
S ₃ -100	100	ماست با 3 درصد روغن کنجد
S ₁ -200	200	ماست با 1 درصد روغن کنجد
S ₂ -200	200	ماست با 2 درصد روغن کنجد
S ₃ -200	200	ماست با 3 درصد روغن کنجد

¹ *Streptococcus thermophilus*

² *Lactobacillus bulgaricus*

³ Gerber

رنگ‌سنجی

جهت اندازه‌گیری پارامترهای رنگی نمونه‌ها از روش عکس‌برداری با دوربین دیجیتال (LUMIX Panasonic، TZ5 model، ساخت ژاپن) و تحت شرایط کنترل‌شده نوری انجام شد. جهت اندازه‌گیری رنگ، در نرم‌افزار فتوشاپ (نسخه 8) و اندازه‌گیری شاخص‌های L^* ، a^* و b^* در این برنامه انجام گرفت. خصوصیات رنگ‌سنجی در روز 10 انجام شد (یزدی و همکاران، 1391).

شمارش میکروبی

برای شمارش کلی‌فرم‌ها، کپک و مخمر به ترتیب از محیط کشت‌های ویولت رد بایل آگار³ و دی‌کلروان گلیسرول آگار⁴ استفاده شد. همچنین، شمارش *اشریشیا کالی*⁵ و *استافیلوکوکوس اورئوس*⁶ کوآگولاز مثبت⁷ طبق استاندارد و با محیط کشت‌های افتراقی مک کانکی آگار⁸ و آبگوشت مغز و قلب⁹ مطابق روش‌های استاندارد انجام شد (سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]، 1387).

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌های ماست در روز 10 نگهداری به روش هدونیک و توسط 20 ارزیاب آموزش‌دیده صورت گرفت. خصوصیات هم‌چون بافت، طعم و مزه، احساس دهانی و پذیرش کلی مدنظر بود. آزمون در مقیاس امتیازدهی 1 تا 5 (عدد بزرگ‌تر نشان‌دهنده مطلوب بودن) صورت گرفت (Yang & Li, 2010).

تجزیه و تحلیل آماری

تمام آزمایش‌ها در قالب یک طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی و حداقل با دو تکرار انجام شدند. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه 9.0 استفاده گردید. تمام مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD (حداقل تفاوت معنی‌دار) و در سطح 5 درصد انجام شد.

سطح لوله آزمایش‌ها را با پیپت جداسازی کرده و به‌صورت درصد سینرسیس (درصد وزنی/وزنی) گزارش شد. آب‌اندازی در روزهای 1، 7، 14 و 21 تعیین گردید (Panesar & Shinde, 2012):

رابطه (1)

$$\text{درصد سینرسیس} = \frac{\text{وزن فاز رویی}}{\text{وزن نمونه}} \times 100$$

ویسکوزیته ظاهری

ویسکوزیته ظاهری نمونه‌ها با ویسکومتر چرخشی (ترموهاک¹، ساخت آلمان) در چندین سرعت برشی مختلف (5، 6، 10 و 12 دور در دقیقه) در روزهای 7 و 21 انجام شد (Izadi, Nasirpour, Garoosi, & Tamjidi, 2015). آزمون در دمای 4 درجه سانتی‌گراد انجام شد و تمام نمونه‌ها قبل از آزمون به مدت 5 ثانیه کاملاً یکنواخت شد. رفتار جریانی نمونه‌ها با برازش داده‌های آزمایشگاهی در نمودار قانون توان و در نتیجه به‌دست‌آوردن پارامترهای معادله با نرم‌افزار متلب² نسخه 2021 انجام شد. در این تحقیق تبدیل دور در دقیقه به تنش برشی انجام داده شد و سپس رفتار جریانی با برازش داده‌های تجربی (تنش برشی/نرخ برشی) به‌صورت معادله قانون توان بیان شد (رابطه 2):

رابطه (2)

$$\tau = \kappa \gamma^n$$

در رابطه (2)، τ تنش برشی (پاسکال)، γ نرخ برشی (1 بر ثانیه)، κ ضرایب قوام (پاسکال‌ثانیه) و n (بدون بعد) هستند (Tamjidi, Nasirpour, & Shahedi, 2014).

خصوصیات بافتی نمونه‌ها

ویژگی‌های بافتی (سفتی) ماست در روز 10 با انجام تست نفوذی و با دستگاه آنالیز بافت (سنتام، ساخت ایران) انجام شد. قطر پروب استفاده‌شده، میزان نفوذ و سرعت آن به ترتیب 14، 20 و 1 میلی‌متر بر ثانیه بود. ظروف پلی‌اتیلنی با قطر 45 میلی‌متر و ارتفاع 95 میلی‌متر برای انجام تست به‌کارگرفته شد که تقریباً 150 گرم نمونه جهت انجام تست در ظرف پلی‌اتیلنی ریخته شد (Salvador & Fiszman, 2004).

³ Violet red bile agar

⁴ Dichloran Glycerol agar

⁵ *Escherichia coli*

⁶ *Staphylococcus aureus*

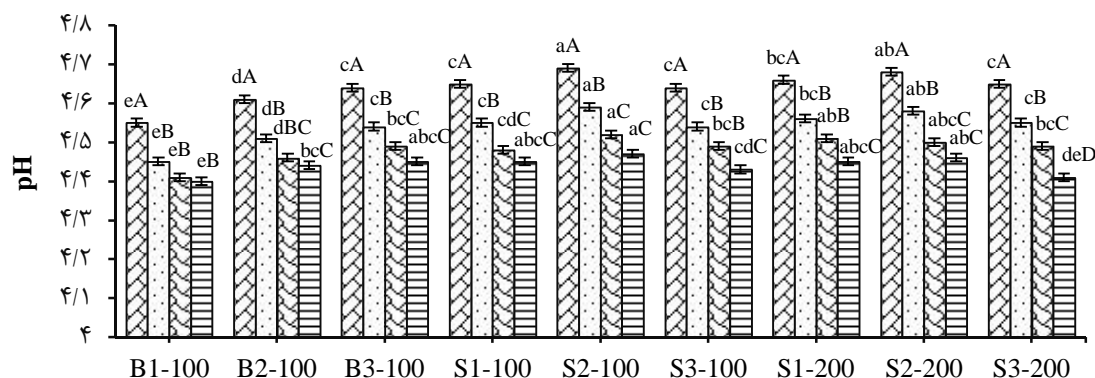
⁷ Coagulase positive

⁸ MacConkey Agar

⁹ Brain heart infusion broth

¹ Thermo Haake

² Matlab



شکل 1- pH ماست تولیدی طی نگهداری

در هر تیمار به ترتیب از چپ به راست، ستون اول = روز 1، ستون دوم = روز 7، ستون سوم = روز 14، ستون چهارم = روز 21
* حروف غیرمشترک کوچک برای هر رنگ و حروف غیرمشترک بزرگ برای هر تیمار بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است ($P < 0/05$).

نتایج و بحث

اندازه‌گیری pH

تغییرات pH در 7 روز آخر دوره نگهداری سیر نزولی کندی داشته است، که علت آن کاهش مواد مغذی و ترکیبات دیگر و در نتیجه آن گندشدن رشد سلولی باکتری‌ها بوده است. به‌طور کلی روند این تغییرات بسیار کند بوده که به دلیل افزایش ماده خشک ماست تولیدی است. قربانی‌حسن‌سرایبی و همکاران (1394) روندی مشابه را برای ماست پروبیوتیک سویا طی دوره نگهداری 21 روز مشاهده کردند. اما در مطالعه دیگری، Bhowal, Sengupta و Bhattacharyya (2013) بیان کردند که pH ماست سویا حاوی اسید ایکوزاپنتانویک¹، اسید دکوزا پنتانویک² و گاما لینولنیک اسید به‌طور معنی‌داری ($P < 0/05$) در مقایسه با ماست شاهد، کاهش یافت.

اندازه‌گیری اسیدیت

مطابق جدول (2)، میزان اسیدیت نمونه‌های ماست تولیدشده 0/82-0/89 درصد (برحسب درصد وزنی/وزنی اسید لاکتیک) محاسبه شد. مطابق سازمان ملی استاندارد ایران (ISIRI, 1398) مقدار اسیدیت قابل سنجش ماست نباید از 0/7 درصد کمتر باشد که تمام نمونه‌ها مطابق استاندارد هستند. میزان اسیدیت در تمامی نمونه‌ها طی دوره نگهداری روند افزایشی نشان داد؛ اما این تغییرات به‌گونه‌ای است که اختلاف معنی‌داری در سطح 0/05 درصد بین روزهای 1، 7 و 14 مشاهده نشد و اختلاف معنی‌دار تنها در روزهای 1 و 21 گزارش شد ($P < 0/05$).

تغییرات pH نمونه‌های ماست طی دوره نگهداری در شکل (1) نشان داده شده است. داده‌های تغییرات pH نشان داد که در تمامی نمونه‌ها، میزان pH طی دوره نگهداری کاهش یافت که تغییرات معنی‌داری بین روز 1 و 21 مشاهده شد ($P < 0/05$). در روز اول، از بین تمامی نمونه‌ها بالاترین و کمترین میزان، به ترتیب، مربوط به نمونه‌های S₂-100 و B₁-100 بود. pH نمونه‌ها در محدوده 4/69-4/55 تغییر کرد. این در حالی است که مطابق سازمان ملی استاندارد ایران (ISIRI, 1398) pH نباید از 4/6 بیشتر باشد. از این رو، با اختلاف جزئی تمامی نمونه‌ها در محدوده استاندارد قرار دارند؛ اگرچه برخی از نمونه‌ها نهایت 0/09 pH بالاتری را داشته‌اند. لازم به ذکر است که بعد از یک هفته نگهداری در دمای 4 درجه سانتی‌گراد، تمام نمونه‌ها در حالت استاندارد قرار گرفتند.

در ماست‌های دارای چربی شیر با افزایش میزان چربی از 1 به 3 درصد، میزان pH روند افزایشی داشت؛ اما در نمونه‌های ماست دارای روغن کنجد با افزایش میزان چربی از 1 تا 3 درصد ابتدا pH روند افزایشی و سپس کاهش یافت. مقایسه بین نمونه‌های ماست دارای چربی شیر و روغن کنجد نشان داد که نمونه‌های دارای روغن کنجد pH بالاتری دارند و با افزایش فشار، میزان pH افزایش نشان داد. بعد از گذشت 21 روز، نمونه‌های S₂-100 و B₁-100 بیشترین و کمترین میزان pH را گزارش کردند. بیشترین آفت میزان pH در هفته اول نگهداری بود و بعد از 21 روز این میزان در محدوده 4/47-4/41 قرار گرفت. روند

¹ Eicosapentaenoic acid

² Docosahexaenoic acid

جدول 2- اسیدیته ماست تولیدی طی نگهداری

روز				نام تیمار
21	14	7	1	
0/94±0/01 ^{aA}	0/93±0/01 ^{aAB}	0/93±0/01 ^{aAB}	0/89±0/01 ^{aB}	B ₁ -100
0/89±0/01 ^{eA}	0/87±0/01 ^{dAB}	0/88±0/01 ^{cAB}	0/84±0/01 ^{cB}	B ₂ -100
0/88±0/01 ^{fA}	0/86±0/01 ^{eAB}	0/86±0/01 ^{eAB}	0/82±0/01 ^{eB}	B ₃ -100
0/91±0/01 ^{cA}	0/89±0/01 ^{bAB}	0/89±0/01 ^{bAB}	0/85±0/01 ^{bB}	S ₁ -100
0/88±0/01 ^{fA}	0/86±0/01 ^{eAB}	0/86±0/01 ^{eAB}	0/82±0/01 ^{eB}	S ₂ -100
0/90±0/01 ^{dA}	0/86±0/01 ^{eAB}	0/87±0/01 ^{dAB}	0/83±0/01 ^{dB}	S ₃ -100
0/92±0/01 ^{bA}	0/88±0/01 ^{cAB}	0/88±0/01 ^{cAB}	0/84±0/01 ^{cB}	S ₁ -200
0/89±0/01 ^{eA}	0/87±0/01 ^{dA}	0/86±0/01 ^{eAB}	0/82±0/01 ^{eB}	S ₂ -200
0/90±0/01 ^{dA}	0/89±0/01 ^{bAB}	0/89±0/01 ^{bAB}	0/85±0/01 ^{bB}	S ₃ -200

* نتایج به صورت میانگین±انحراف از میانگین گزارش شده است.

* حروف غیرمشترک کوچک در هر ستون و حروف غیرمشترک بزرگ در هر ردیف به ترتیب بیانگر وجود اختلاف معنی دار است ($P < 0/05$).

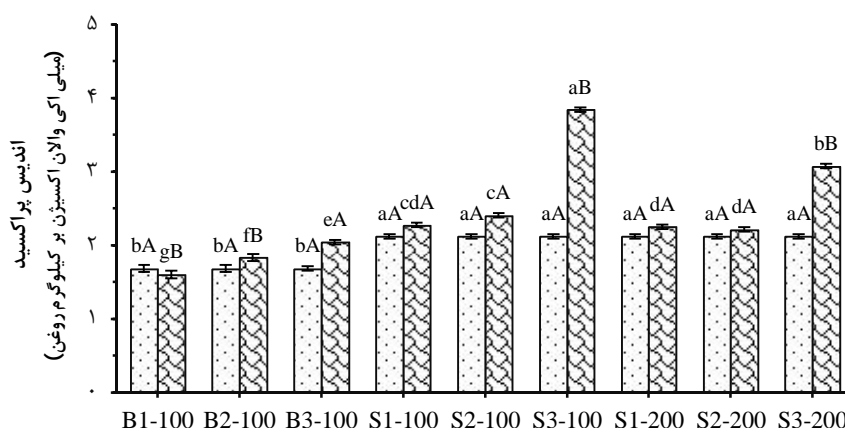
می‌باشند. همچنین، گروسی و همکاران (1390) در نمونه‌های ماست غنی‌شده با فیتواسترول مشاهده کردند که میزان اسیدیته در نمونه‌های غنی‌شده نسبت به نمونه شاهد پایین‌تر است.

اندیس پراکسید

در شکل (2)، اندیس پراکسید نمونه‌های ماست تولیدی حاوی چربی شیر و روغن کنجد طی روزهای 1 و 21 نشان داده شده است. در نمونه‌های B₁-100، B₂-100، B₃-100 و S₃-200 تغییرات اندیس پراکسید در روزهای 1 و 21 معنی دار است ($P < 0/05$). این نکته را باید در نظر داشت که در تمام نمونه‌ها میزان اندیس پراکسید بعد از 21 روز افزایش یافته است. همچنین می‌توان مشاهده کرد که میزان اندیس پراکسید در نمونه‌های دارای روغن کنجد در مقایسه با چربی شیر بالاتر است؛ اگرچه اثر فشار قابل ملاحظه نبود. این به‌گونه‌ای است که در نمونه‌های ماست حاوی 3 درصد روغن کنجد، اثر فشار هموژنیزاسیون بعد از 21 روز معنی دار گزارش شد. بالابودن اسیدیته نمونه‌های حاوی روغن کنجد در مقایسه با چربی شیر (روز اول) می‌تواند مربوط به اسیدهای چرب روغن کنجد در مقایسه با چربی باشد. عدم تغییر میزان پراکسید در نمونه‌های حاوی 1 و 2 درصد روغن طی روزهای 1 و 21 نشان‌دهنده حضور ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در روغن کنجد بکر است که مانع از افزایش اندیس پراکسید در محصول نهایی شده است. از این رو، می‌توان از روغن کنجد در فرمولاسیون ماست استفاده کرد.

میزان اسیدیته نمونه‌های ماست تولیدشده با چربی شیر نشان داد که با افزایش میزان روغن از 1 تا 3 درصد به‌طور پیوسته میزان اسیدیته کاهش یافت که تغییرات کاهشی معنی دار بود. در مورد ماست‌های دارای روغن کنجد در هر دو فشار، با افزایش میزان روغن کنجد روند کاهشی و سپس افزایشی مشاهده شد. بیشترین میزان اسیدیته در روز اول مربوط به نمونه B₁-100 بود. کمترین میزان اسیدیته در روز اول مربوط به نمونه‌های B₃-100، S₂-100 و S₂-200 بود و اختلاف معنی‌داری بین آنها در سطح 0/05 درصد مشاهده نشد. نوع روغن و میزان فشار هموژنایزر اثر قابل‌ملاحظه‌ای بر میزان اسیدیته نشان نداد.

به‌طور کلی، کاهش pH و افزایش اسیدیته ماست طی دوره نگهداری مربوط به فعالیت متابولیکی استارترهای ماست است، که تخمیر لاکتوز و تولید اسیدلاکتیک را به دنبال دارد. نتیجه‌ای مشابه توسط محققین دیگری گزارش شد. در این خصوص، Shaker، Jumah و Abu-Jdayil (2000) خواص رئولوژیکی ماست را با 4 سطح چربی، در حین فرایند تخمیر مورد مطالعه قرار دادند و به نتیجه‌ای مشابه با تحقیق پیش رو در خصوص روند تغییرات اسیدیته دست پیدا کردند. به‌علاوه، اسیدیته ماست غنی‌شده با روغن ماهی ریزپوشانی‌شده بیشتر از نمونه ماست شاهد بود و اسیدیته برای هر دو نمونه طی دوره نگهداری افزایش یافت (Tamjidi et al., 2012). در تحقیق دیگری، Bonczar، Siuta و Wszolek (2002) به نتایجی مشابه دست یافتند و گزارش کردند که نمونه‌های با درصد چربی بالاتر نسبت به نمونه‌های با درصد چربی پایین‌تر، دارای اسیدیته کمتری



شکل 2- اندازه‌گیری اندیس پراکسید ماست تولیدی طی نگهداری

در هر تیمار به ترتیب از چپ به راست، ستون اول = روز 1 و ستون دوم = روز 21

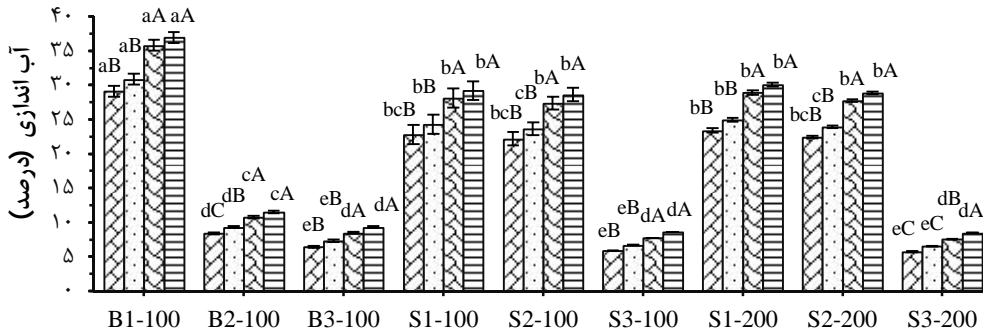
* حروف غیرمشترک کوچک برای هر رنگ و حروف غیرمشترک بزرگ برای هر تیمار بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است ($P < 0/05$).

نمونه‌های ماست حاوی فیتواسترول و شاهد بیشترین میزان سینرسیس را در هفته اول نگهداری گزارش کردند. این نتایج بیان‌کننده افزایش میزان آب‌اندازی طی دوره نگهداری است که تنها تفاوت آن با این تحقیق، افزایش میزان آب‌اندازی در هفته اول نگهداری است. به‌طور کلی میزان آب‌اندازی در نمونه‌های دارای چربی شیر در مقایسه با روغن‌کنجد بیشتر بود. همچنین، میزان آب‌اندازی با افزایش میزان چربی بخصوص در مورد چربی شیر، کاهش یافت. در روز اول بیشترین و کمترین میزان آب‌اندازی مربوط به نمونه‌های B1-100 و S3-200 بود. بعد از 21 روز، نمونه B1-100 با 36/94 درصد بیشترین میزان آب‌اندازی را داشت. خروج آب‌پنیر، ضعف ساختار ژل ماست را نشان می‌دهد که کاهش ظرفیت نگهداری آب و افزایش سینرسیس را به دنبال دارد. نتایجی مشابه برای نمونه‌های ماست سویا با افزایش میزان چربی مشاهده شد (Sengupta et al., 2013). این رفتار نشانگر این است که چربی به‌همراه پروتئین در تشکیل ساختار ژل ماست شرکت کرده و منجر به ساختار ژل الاستیک با منافذ موئین در ساختار ژل می‌شود که این منافذ به اندازه کافی بزرگ هستند که حجم بالای آب‌پنیر را در ساختار حفظ نمایند. میزان سینرسیس نمونه‌های ماست با افزایش میزان چربی، کاهش یافت، زیرا در ماست‌های غنی‌شده با روغن‌کنجد موجب افزایش ماده خشک می‌گردند و به علت پایدار کردن شبکه ژل و افزایش ظرفیت اتصال آب اثر مطلوبی بر استحکام ژل ماست و کاهش سینرسیس در نمونه‌های غنی‌شده، دارند. کاهش میزان سینرسیس با افزودن فیتواسترول به ماست نیز توسط گروسی و همکاران (1390) گزارش شد.

در خصوص نمونه‌های ماست حاوی 3 درصد روغن کنجد نتایج اندیس پراکسید نشان داد که هموژنیزاسیون در 200 بار باعث کاهش اندیس پراکسید بعد از 21 روز شده است. به احتمال ریزتر شدن اندازه ذرات چربی و پوشش‌دهی آن با پروتئین‌های شیر مانع اثر ترکیبات اکسیدکننده روی روغن‌کنجد شده است. از بین تمامی نمونه‌ها در روز اول، کمترین میزان مربوط به نمونه‌های دارای چربی شیر بود. بعد از گذشت 21 روز، اندیس پراکسید نمونه‌های B1-100 و S3-100 به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند. در نتایجی مشابه، Tamjidi و همکاران (2012) گزارش کردند که اندیس پراکسید ماست حاوی روغن ماهی در مقایسه با نمونه شاهد بالاتر است.

اندازه‌گیری آب‌اندازی

اندازه‌گیری میزان سینرسیس، یکی از مهم‌ترین تست‌های فیزیکی جهت سنجش کیفیت ماست می‌باشد. شکل (3)، نتایج خروج آب (آب‌اندازی) نمونه‌های ماست طی دوره نگهداری 21 روز را نشان می‌دهد. در تمامی نمونه‌ها با گذشت زمان، میزان آب‌اندازی افزایش یافت به‌گونه‌ای که تفاوت معنی‌داری در سطح 0/05 درصد بین روز 1 و 21 مشاهده شد. بررسی تغییرات سینرسیس نمونه‌ها در طی نگهداری نشان داد، که بیشترین میزان سینرسیس در طی 21 روز نگهداری رخ داده است؛ علت آن افزایش اسیدیته و همچنین انقباض شدید شبکه ژلی در اثر سرد کردن می‌باشد، که منجر به افزایش سینرسیس می‌گردد. این در حالی است که در مطالعه ایزدی و همکاران (1391)



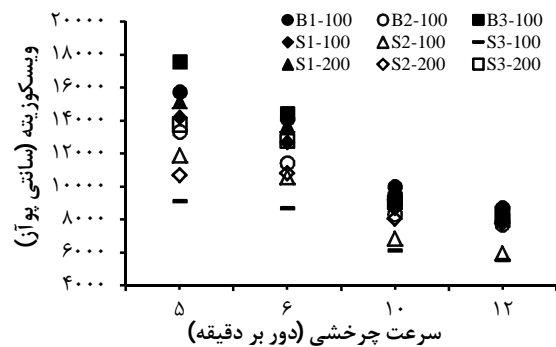
شکل 3- آب‌اندازی ماست تولیدی طی نگهداری

در هر تیمار به ترتیب از چپ به راست، ستون اول = روز 1، ستون دوم = روز 7، ستون سوم = روز 14، ستون چهارم = روز 21 * حروف غیرمشترک کوچک برای هر رنگ و حروف غیرمشترک بزرگ برای هر تیمار بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است ($P < 0/05$).

ویسکوزیته ظاهری

در شکل (4)، تغییرات ویسکوزیته نمونه‌های ماست تولیدی در روز 14 اندازه‌گیری شدند. با افزایش سرعت چرخشی از 5 به 12 دور در دقیقه، ویسکوزیته در تمامی نمونه‌ها کاهش یافت. بیشترین کاهش ویسکوزیته در سرعت چرخشی 12 دور در دقیقه مشاهده شد. بعد از 14 روز، به ترتیب نمونه‌های B₃-100 و S₃-100 بیشترین و کمترین میزان ویسکوزیته را نشان دادند. درحقیقت، با افزایش نرخ برشی در ماست‌های حاوی روغن‌های کنجد، ویسکوزیته ظاهری در مقایسه با نمونه شاهد کاهش بیشتری نشان داد که نشان‌دهنده ازهم‌پاشی بیشتر توده‌های پروتئینی در ماست حاوی روغن‌کنجد است. افزودن روغن‌کنجد در ماست باعث کاهش استحکام پیوند بین میسل‌های کازئین با یکدیگر و با پروتئین‌های آب‌پنیر دنا‌توره‌شده در توده‌های پروتئینی است (Tang, Munro, & McCarthy, 1993). چنین رفتاری در ماست‌های حاوی روغن ماهی ریزپوشانی‌شده توسط Tamjidi و همکاران (2014) گزارش شده است.

در جدول (3)، نتایج پارامترهای قانون توان طی روزهای 7 و 14 برای نمونه‌ها محاسبه شده است. قانون توان به‌طور گسترده توسط محققین دیگری جهت بررسی رفتار ماست استفاده شده است (Singh & Muthukumarappan, 2008; Tamjidi et al., 2014). مقایسه ضریب قوام نمونه‌ها در روز 7 و 14 نشان داد که به‌جز نمونه S₂-100 تفاوت معنی‌داری بین ضریب قوام سایر نمونه‌ها وجود ندارد. در روز 7، با افزایش میزان چربی شیر نمونه‌ها از 1 تا 3 درصد، ضریب قوام افزایش یافت؛ اما تفاوت معنی‌داری ($P < 0/05$) مشاهده نشد. درخصوص نمونه‌های حاوی روغن‌کنجد و در فشار 100 بار، با افزایش میزان روغن تا 2 درصد، روند کاهش و سپس افزایشی بود. درخصوص نمونه‌های حاوی روغن‌کنجد و در فشار 200 بار، با افزایش میزان روغن، به‌طور پیوسته ضریب قوام هم افزایش یافت. نمونه‌های S₂-200 و S₃-200 بالاترین میزان ضریب قوام را از بین تمامی نمونه‌ها به خود اختصاص دادند و تفاوت معنی‌دار ($P < 0/05$) بود. Tamjidi و همکاران (2014) گزارش کردند که ضریب قوام ماست حاوی روغن ماهی ریزپوشانی‌شده در مقایسه با نمونه شاهد بالاتر است. به‌علاوه، ضریب قوام طی دوره نگهداری افزایش می‌یابد. در روز 7، ضریب رفتار جریان با افزایش میزان چربی افزایش یافت و نمونه‌های دارای 1 تا 3 درصد روغن و در فشار 200 بار، ضریب رفتار جریان بالایی را داشتند. ضریب تبیین نمونه‌ها بخصوص در نمونه‌های دارای روغن‌کنجد و فشار 100 و 200 بار در مقایسه با چربی شیر بالاتر بود. رفتار جریان نمونه‌های ماست کمتر از 1 است. چنین روند رفتار جریان غیرنیوتنی و رقیق‌شونده با برش (سودوپلاستیک) نامیده می‌شود. به‌جز یک نمونه در تمامی نمونه‌ها ضریب تبیین بالای 0/74 بود. محققین متعددی نتایج مشابه با تحقیق حاضر گزارش کردند.



شکل 4- نمودار تغییرات ویسکوزیته ظاهری ماست تولیدی در روز 14 در چندین نرخ برشی

جدول 3- پارامترهای قانون توان برای نمونه‌های ماست تولیدی طی روزهای 7 و 14

روز 14			روز 7			تیما
R ²	ضریب رفتار جریان	ضریب قوام (پاسکال ثانیه)	R ²	ضریب رفتار جریان	ضریب قوام (پاسکال ثانیه)	
0/99	0/47±0/10 ^{bcdA}	60/47±2/16 ^{cA}	0/89	0/23±0/15 ^{bcA}	36/30±6/92 ^{dA}	B ₁ -100
0/93	0/63±0/29 ^{bcdA}	68/20±7/07 ^{cA}	0/81	0/20±0/03 ^{cA}	42/62±4/06 ^{dA}	B ₂ -100
0/81	0/23±0/32 ^{dA}	82/31±6/47 ^{cA}	0/78	0/80±0/12 ^{aA}	62/40±8/06 ^{bcdB}	B ₃ -100
0/84	0/44±0/01 ^{cdA}	83/00±7/07 ^{cA}	0/96	0/46±0/10 ^{bA}	61/96±7/11 ^{bcdA}	S ₁ -100
0/81	0/75±0/31 ^{abcA}	401/00±33/94 ^{aA}	0/92	0/24±0/09 ^{bcA}	54/45±0/33 ^{cdB}	S ₂ -100
0/54	0/78±0/01 ^{abcA}	98/85±5/30 ^{cA}	0/88	0/40±0/10 ^{bcA}	77/50±17/68 ^{bcA}	S ₃ -100
0/84	0/88±0/10 ^{abA}	189/70±75/94 ^{bA}	0/95	0/72±0/14 ^{aA}	92/43±12/96 ^{bA}	S ₁ -200
0/83	1/12±0/04 ^{aA}	229/50±33/94 ^{bA}	0/98	0/78±0/06 ^{aA}	177/15±33/02 ^{aA}	S ₂ -200
0/74	1/09±0/22 ^{aA}	180/94±15/07 ^{bA}	0/93	0/91±0/05 ^{aA}	197/50±17/68 ^{aA}	S ₃ -200

* برای هر ستون، حروف مشابه کوچک نشانگر عدم تفاوت معنی‌داری در سطح 0/05 درصد است.

* حروف مشابه بزرگ نشانگر عدم تفاوت معنی‌داری بین دو پارامتر در روزهای 7 و 14 است.

* تمامی اندازه‌گیری‌ها با دو تکرار انجام شدند و نتایج به‌صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

از 1 تا 3 درصد، میزان سفتی به‌طور پیوسته کاهش داشت؛ اما تفاوت معنی‌دار نبود. درمورد نمونه‌های حاوی روغن کنجد با افزایش میزان چربی روند افزایشی مشاهده شد و به‌گونه‌ای که نمونه‌های دارای 3 درصد روغن کنجد و هموزن‌شده در فشار 100 و 200 بار، سفتی مشابه نمونه‌های حاوی چربی شیر از خود نشان دادند. درحقیقت می‌توان بیان کرد که نوع روغن، درصد روغن و فشار هموزن‌ناپذیر اثری بر میزان سفتی نمونه‌های ماست تولیدی نشان نداد.

به‌طور کلی، با افزایش درصد چربی، خصوصیات بافتی ماست بهبود می‌یابد. بهبود خاصیت بافتی با افزایش میزان چربی ممکن است به علت افزایش ماده جامد کل و در نتیجه سفتی محصول باشد، زیرا افزایش ماده خشک، موجب پایدار شدن شبکه ژل و افزایش ظرفیت اتصال آب می‌گردد (Tamime & Robinson, 1999). این استدلال در خصوص نمونه‌های ماست تولیدی حاوی چربی شیر و کنجد مشاهده نشد و یا اینکه اختلاف قابل‌ملاحظه‌ای نشان داده نشده است. نمونه‌های ماست سویا غنی‌شده با اسید ایکوزاپنتانوئیک، اسید دکوزا پنتانوئیک و گاما-لینولئیک اسید خصوصیات بافتی مشابه با نمونه شاهد داشتند (Sengupta et al., 2013).

ضریب قوام نمونه‌های ماست بعد از 14 روز افزایش یافت و این افزایش در نمونه‌های دارای روغن کنجد و فشار 200 بار مشهودتر است. نمونه S₂-100 میزان ویسکوزیته بالایی در مقایسه با سایر نمونه‌ها داشت.

Tamjidi و همکاران (2012) گزارش کردند که سفتی ماست معمولی و غنی‌شده با روغن ماهی ریزپوشانی‌شده، طی دوره نگهداری افزایش یافت. در تحقیق دیگری، Sengupta و همکاران (2013) نشان دادند که ویسکوزیته ماست سویا حاوی گاما-لینولئیک اسید در مقایسه با نمونه شاهد بالاتر است که به احتمال ناشی از تفاوت در خصوصیات مولکولی اسیدهای چرب آن است؛ اما نمونه‌های حاوی ایکوزاپنتانوئیک اسید و دکوزا پنتانوئیک اسید تفاوت چندانی با نمونه شاهد نداشتند.

خصوصیات بافتی نمونه‌ها

استحکام و ظرفیت نگهداری آب از ویژگی‌های اصلی بافت ماست است و این دو ویژگی ارتباط نزدیکی با ریزساختار ژل ماست دارد. نتایج سفتی نمونه‌های ماست تولیدی در روز 10، در محدوده 0/3145-0/3685 نیوتن گزارش شد. طبق آنالیز آماری صورت‌گرفته در سطح 0/05 درصد، نمونه‌های ماست تولیدی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در خصوص روند تغییرات اثر چربی بر میزان سفتی نمونه‌ها مشاهده شد که با افزایش میزان چربی شیر

جدول 4- پارامترهای رنگی ماست تولیدی در روز 7

نام تیمار	L*	a*	b*
B1-100	67/50±0/58 ^b	-22/00±0/00 ^{ab}	34/75±0/50 ^{abc}
B2-100	67/25±2/22 ^b	-22/50±0/58 ^{abc}	34/75±0/96 ^{abc}
B3-100	67/00±0/82 ^b	-22/50±0/58 ^{abc}	33/50±1/00 ^c
S1-100	67/00±0/00 ^b	-22/75±0/50 ^{bc}	35/25±0/96 ^a
S2-100	67/75±0/50 ^b	-22/00±0/00 ^{ab}	35/00±0/82 ^{ab}
S3-100	69/25±0/96 ^a	-21/75±0/82 ^a	34/25±0/50 ^{abc}
S1-200	67/00±0/82 ^b	-23/00±0/50 ^c	35/00±0/00 ^{ab}
S2-200	67/00±0/00 ^b	-22/75±0/82 ^{bc}	35/25±1/26 ^a
S3-200	66/50±1/29 ^b	-22/75±0/50 ^{bc}	33/75±1/71 ^{bc}

* نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

* حروف غیرمشترک در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی دار است ($P < 0/05$).

رنگ‌سنجی

رنگ‌سنجی از جمله خصوصیات فیزیکی ماده غذایی بوده و روی ظاهر محصول مؤثر است. پارامترهایی که در رنگ‌سنجی به کار گرفته می‌شود عبارتند از: L^* ، a^* و b^* . در این خصوص L^* بیانگر میزان روشنایی است و بین صفر-100 تغییر می‌کند. a^* بیانگر قرمزی (+) قرمزی و - (سبزی) و b^* شاخص زردی (+) زردی و - (آبی) نمونه‌ها را نشان می‌دهد و دامنه آنها از -120 تا +120 است (جدول 4). پارامتر روشنایی نمونه‌ها نشان داد که به جز نمونه S_3-100 که اختلاف معنی‌داری با نمونه‌ها دارد، در سایر نمونه‌ها اختلاف قابل‌ملاحظه و معنی‌داری دیده نشد ($P > 0/05$). قرمزی-سبزی نمونه‌های تولیدی نشان داد که نمونه‌های S_1-100 و S_3-100 به ترتیب کمترین و بیشترین میزان سبزی را دارند. در مورد فاکتور b^* (زردی-آبی) نیز روند مشخصی وجود نداشت و تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای گزارش نشد. نمونه‌های دارای روغن کنجد پارامتر زردی بیشتری در مقایسه با نمونه‌های دارای روغن شیر داشتند. Tamjidi و همکاران (2012) گزارش کردند که روشنایی ماست حاوی روغن ماهی ریزپوشانی‌شده در مقایسه با ماست شاهد کمتر است.

شمارش میکروبی

تعداد کلی فرم، اشریشیاکلی، استافیلوکوکوس اورئوس، کپک و مخمر نمونه‌های ماست تولیدی بررسی شدند. نتایج نشان داد که تعداد کلی فرم در تمامی نمونه‌ها کمتر از 1 عدد در هر گرم مشاهده شد. باکتری‌های اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس در هیچ‌یک از نمونه‌ها دیده نشد. کپک و مخمر در تمام نمونه‌ها کمتر از 10 عدد در هر گرم

بود. این بدین معنی است که افزودن چربی شیر و کنجد و همچنین اثر فشار هموژنیزاسیون، روی شمارش میکروبی نمونه‌ها اثرگذار نبوده است. بنابراین، شمارش میکروبی تمامی نمونه‌ها از استانداردهای ملی ایران تبعیت می‌کند. نتایج مشابه توسط Sengupta و همکاران (2013) مشاهده شد که ماست سویا حاوی ترکیبات عمل‌گرا فاقد میکروبی‌های اشریشیاکلی هستند و عدم حضور آن بیان‌کننده عدم وجود آلودگی مدفوعی در محصول است.

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی به عنوان آخرین آزمون جهت بررسی خصوصیات کیفی محصول نهایی به کار گرفته شد. در ارزیابی حسی نمونه‌های ماست تولیدی بافت، طعم و مزه، احساس دهانی و پذیرش کلی به صورت مقیاس امتیازدهی بررسی شد. نتایج ارزیابی حسی بافت ماست‌های تولیدی نشان داد که با افزایش میزان چربی، بافت محصول امتیاز بیشتری را به خود اختصاص داد (جدول 5). نمونه‌های ماست دارای 3 درصد چربی شیر و کنجد، بالاترین امتیاز را داشتند. در خصوص طعم و مزه نمونه‌ها، نتایج نشان داد که ماست‌های دارای چربی شیر با افزایش میزان چربی، امتیاز بالاتری داشتند؛ اما این روند برای نمونه‌های دارای روغن کنجد معکوس بود و با افزایش میزان روغن کنجد، از نظر طعم و مزه امتیاز کمتری داشت. احساس دهانی نمونه‌های ماست تولیدی نشان داد که با افزایش میزان چربی شیر ماست، امتیاز احساس دهانی افزایش یافت؛ اما در مورد روغن کنجد، احساس دهانی محصول با افزایش میزان روغن کنجد، کاهش یافت.

جدول 5- ارزیابی حسی نمونه‌های ماست تولیدی در روز 10

ارزیابی حسی				نام تیمار
پذیرش کلی	احساس دهانی	طعم و مزه	بافت	
2/20±0/42 ^c	2/40±0/52 ^c	2/10±0/57 ^b	1/80±0/63 ^d	B ₁ -100
3/20±0/42 ^b	3/40±0/52 ^b	3/30±0/48 ^b	3/30±0/68 ^b	B ₂ -100
4/50±1/27 ^a	4/40±1/07 ^a	4/20±1/23 ^a	4/20±1/23 ^a	B ₃ -100
2/20±0/92 ^c	2/40±0/52 ^c	2/50±0/85 ^b	1/50±0/53 ^d	S ₁ -100
1/80±0/42 ^c	1/60±0/52 ^{de}	1/80±0/42 ^b	2/40±0/70 ^c	S ₂ -100
1/80±0/42 ^c	1/20±0/42 ^e	1/30±0/48 ^a	4/00±0/00 ^a	S ₃ -100
2/10±0/32 ^c	2/30±0/48 ^c	2/30±0/68 ^b	1/50±0/53 ^d	S ₁ -200
1/80±0/63 ^c	1/70±0/48 ^d	1/80±0/63 ^b	2/70±0/68 ^c	S ₂ -200
1/80±0/63 ^c	1/40±0/52 ^{de}	1/10±0/32 ^b	4/20±0/63 ^a	S ₃ -200

* نتایج به صورت میانگین ± انحراف از میانگین گزارش شده است.

* حروف غیرمشترک کوچک در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است ($P < 0/05$).

نمونه‌های ماست تولیدی حاوی روغن کنجد در مقایسه با نمونه‌های حاوی چربی شیر نشان دادند که pH، اسیدیته و بار میکروبی این محصولات مطابق استاندارد ماست می‌باشد و تفاوت معنی‌داری در سطح 0/05 با ماست معمولی نشان نداد. همچنین بالابردن میزان چربی باعث افزایش قوام و کاهش سینرسیس و بهبود خصوصیات بافتی شد و به جز نمونه 3 درصد روغن کنجد تیمار شده در 200 بار، سایر نمونه‌ها اندیس پراکسید پایینی داشتند. در ارزیابی حسی تنها پارامتر طعم و مزه و پذیرش کلی در نمونه‌های با افزایش میزان روغن کنجد، امتیاز کمتری به خود اختصاص داد. درحقیقت تولید ماست حاوی روغن کنجد از لحاظ فیزیکوشیمیایی و تکنولوژیکی قابل انجام بوده و تنها مسئله تفاوت طعم آن در مقایسه با ماست معمولی است که می‌تواند در پذیرش محصول نهایی تأثیرگذار باشد که آن را می‌توان با تکنیک‌هایی همچون ریزپوشانی و امولسیون کردن، بهبود داد.

نتایج این پژوهش نشان داد که می‌توان انتظار داشت با تولید صنعتی ماست دارای روغن کنجد به عنوان یک غذای فراسودمند، انتخاب جدیدی برای مصرف‌کنندگان محصولات لبنی فراهم کرد که علاوه بر ارزش تغذیه‌ای، ویژگی‌های درمانی و جلوگیری‌کننده از بیماری‌های قلبی آن نیز مورد استفاده واقع گردد.

پذیرش کلی نمونه‌های تولیدی نیز نشان داد که ماست‌های حاوی چربی شیر، امتیاز بالاتری داشته و با افزایش میزان آن، پذیرش کلی بالاتر بود. ماست حاوی روغن کنجد پذیرش کلی پایین‌تری در مقایسه با ماست حاوی چربی شیر داشت.

در این خصوص باید عنوان کرد که افزودن روغن کنجد باعث افت پذیرش کلی ماست تولیدی شده است که ممکن است ناشی از عدم بوگیری روغن کنجد مصرفی در محصول باشد. اگرچه ارزش تغذیه‌ای روغن کنجد بوگیری نشده در مقایسه با انواع بوگیری شده آن بالاتر است. در این خصوص استفاده ترکیبی روغن کنجد با روغن شیر پذیرش کلی محصول نهایی را بالا می‌برد.

نتیجه‌گیری

ماست یکی از پرمصرف‌ترین فراورده‌های لبنی محسوب می‌شود و معمولاً در جیره غذایی روزانه اکثریت مردم وجود دارد. چربی معمولی ماست همان چربی شیر است که به عنوان چربی حیوانی شناخته شده و مقدار بالایی اسیدهای چرب اشباع دارد. ماست برخلاف خصوصیات تغذیه‌ای بی‌شماری که برای آن عنوان شده است، مسئله حذف یا کاهش چربی‌های اشباع در آن بسیار حائز اهمیت است. از این رو، راهکارهای متعددی در این خصوص ارائه شده است که یکی از آنها افزودن یا جایگزینی چربی معمولی ماست با روغن‌های گیاهی با ارزش تغذیه‌ای بالاست.

منابع

- ایزدی، ز، نصیرپور، ع، و گروسی، ق. (1391). مطالعه توزیع فیتو استرول و تغییرات رنگ در ماست غنی شده با فیتواسترول به روش کروماتوگرافی گازی و نرم افزار فتوشاپ. نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، 3(8)، 294-300. doi:<https://dx.doi.org/10.22067/ifstrj.v8i3.18470>
- بیرقی طوسی، ش، شاکری، م، و مرتضوی، س. (1385). اثر مکمل های کنسانتره پروتئینی آب پنیر و کازئین هیدرولیز شده روی برخی ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست. علوم و صنایع غذایی ایران، 3(4)، 65-74.
- توکلی، ش، و مختاریان، م. (in Press). تأثیر افزودن پروتئین تغلیظ شده هسته نارنج روی ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و حسی ماست قالبی. پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، doi:<https://doi.org/10.22101/jrifst.2021.298984.1267>.
- سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]. (1387). میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام - روش جامع برای شمارش کپک ها و مخمرها - قسمت اول - روش شمارش کلنی در فرآورده های با فعالیت آبی (a_w) بیشتر از 95/0. استاندارد ملی ایران به شماره 1-10899، چاپ اول، برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=12277>
- سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]. (1398). ماست - ویژگی ها و روش های آزمون. استاندارد ملی ایران به شماره 695، تجدیدنظر پنجم، برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=52740>
- سازمان ملی استاندارد ایران [ISIRI]. (1385). شیر و فرآورده های آن - تعیین اسیدیته و pH روش آزمون. استاندارد ملی ایران به شماره 2852، چاپ اول، برگرفته از <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=34479>
- قربانی حسن سرایی، آ. (1393). غنی سازی ماست با منابع گوناگون امگا 3 و بررسی تأثیر آن بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی و حسی طی مدت نگهداری. (رساله منتشر نشده دکتری)، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی.
- قربانی حسن سرایی، آ، شهیدی، ف، قدوسی، ح، معتمدزادگان، ع، و وریدی، م. (1394). پایداری اکسیداتیو ماست غنی شده با منابع گوناگون امگاسه طی مدت نگهداری. علوم و صنایع غذایی ایران، 13(94)، 165-173.
- گروسی، ق، نصیرپور، ع، احمدی، ج، و بهرامی، ب. (1390). بهینه سازی تولید ماست غنی شده با فیتواسترول به منظور کاهش کلسترول. نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، 7(2)، 156-163. doi:<https://dx.doi.org/10.22067/ifstrj.v7i2.10064163-156>
- متینی، س، مرتضوی، س، صادقیان، ع، و شریفی، ا. (1397). بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی عصاره ریزپوشانی شده پوست انگور قرمز سردشت و بررسی پایداری آن در ماست. پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، 7(3)، 241-254. doi:<https://dx.doi.org/10.22101/jrifst.2018.10.20.731>
- AOAC. (1995). Official methods of analysis of AOAC international. Vol. 2, Arlington, VA: Association of Analytical Communities.
- Beiraghi Toosi, S., Shakeri, M., & Mortazavi, A. (2007). Effect of whey protein concentrate and casein hydrolysate supplementations on physicochemical and sensory properties of yogurt. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 3(4), 65-74. (in Persian)
- Bonczar, G., Wszolek, M., & Siuta, A. (2002). The effects of certain factors on the properties of yoghurt made from ewe's milk. *Food Chemistry*, 79(1), 85-91. doi:[https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00182-6](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00182-6)
- Garoosi, G. A., Nasirpour, A., Ahmadi, J., & Bahrami, B. (2011). Optimization of Producing Enriched Yogurt With Phytosterols in Order To Reducing Cholesterol Content. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 7(2), 156-163. doi:<https://dx.doi.org/10.22067/ifstrj.v7i2.10064> (in Persian)
- Ghorbani-HasanSaraei, A., Shahidi, F., Ghoddusi, H. B., Motamedzadegan, A., & Varidi, M. (2015). Oxidative stability of enriched yoghurts with different omega 3 sources during storage. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 13(1), 165-173. (in Persian)
- Ghorbani Hasan-Saraei, A. (2014). *Yogurt Fortification with Different Sources of Omega3 and Evaluation of Its Physicochemical and Sensory Properties During Storage*. (Unpublished doctoral dissertation), Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Agriculture. (in Persian)
- Hashemi Gahraie, H., Eskandari, M. H., Mesbahi, G., & Hanifpour, M. A. (2015). Scientific and technical aspects of yogurt fortification: A review. *Food Science and Human Wellness*, 4(1), 1-8. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fshw.2015.03.002>

- Iranian National Standardization Organization. (2006). Milk and milk products-Determination of titrable acidity and value pH-Test method. ISIRI Standard No. 2852, 1st. Edition. Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=34479> (in Persian)
- Iranian National Standardization Organization. (2008). Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds-Part 1: Colony count technique in products with water activity greater than 0.95. ISIRI Standard No. 10899-1, 1st. Edition. Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=12277> (in Persian)
- Iranian National Standardization Organization. (2019). Yoghurt-Specifications and test methods. ISIRI Standard No. 695, 5th Revision. Retrieved from <http://standard.isiri.gov.ir/StandardView.aspx?Id=52740> (in Persian)
- Izadi, Z., Nasirpour, A., & Garoosi, G. A. (2012). Study the Distribution State of Phytosterol and Color Changes of Enriched Yogurt with Phytosterol Using Gas Chromatography and Photoshop Software. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 8(3), 294-300. doi:<https://dx.doi.org/10.22067/ifstrj.v8i3.18470> (in Persian)
- Izadi, Z., Nasirpour, A., Garoosi, G. A., & Tamjidi, F. (2015). Rheological and physical properties of yogurt enriched with phytosterol during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 52(8), 5341-5346. doi:<https://doi.org/10.1007/s13197-014-1593-2>
- Matini, S., Mortazavi, S. A., Sadeghian, A. R., & Sharifi, A. (2018). Studying Physicochemical Properties of Sardasht Red Grape Skin Encapsulated Extract and Stability Evaluation of These Compounds in Yoghurt. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, 7(3), 241-254. doi:<https://dx.doi.org/10.22101/jrifst.2018.10.20.731> (in Persian)
- Panesar, P. S., & Shinde, C. (2012). Effect of storage on syneresis, pH, Lactobacillus acidophilus count, Bifidobacterium bifidum count of Aloe vera fortified probiotic yoghurt. *Current research in dairy sciences*, 4(1), 17-23. doi:<https://doi.org/10.3923/crds.2012.17.23>
- Salvador, A., & Fiszman, S. M. (2004). Textural and Sensory Characteristics of Whole and Skimmed Flavored Set-Type Yogurt During Long Storage. *Journal of Dairy Science*, 87(12), 4033-4041. doi:[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73544-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73544-4)
- Sengupta, S., Bhowal, J., & Bhattacharyya, D. K. (2013). Development of new kinds of soy yogurt containing functional lipids as superior quality food. *Annals Biol Res*, 4, 144-151.
- Shaker, R. R., Jumah, R. Y., & Abu-Jdayil, B. (2000). Rheological properties of plain yogurt during coagulation process: impact of fat content and preheat treatment of milk. *Journal of Food Engineering*, 44(3), 175-180. doi:[https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00022-4](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00022-4)
- Shortt, C., Shaw, D., & Mazza, G. (2004). Overview of opportunities for health-enhancing functional dairy products *Handbook of functional dairy products* (pp. 1-12).
- Singh, G., & Muthukumarappan, K. (2008). Influence of calcium fortification on sensory, physical and rheological characteristics of fruit yogurt. *LWT - Food Science and Technology*, 41(7), 1145-1152. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.08.027>
- Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (1999). Yoghurt-Science and Technology, 2nd ed. By A Y Tamime and R K Robinson. *International Journal of Dairy Technology*, 52(4), 148-148. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.1999.tb02857.x>
- Tamjidi, F., Nasirpour, A., & Shahedi, M. (2012). Physicochemical and sensory properties of yogurt enriched with microencapsulated fish oil. *Food Sci Technol Int*, 18(4), 381-390. doi:<https://doi.org/10.1177/1082013211428212>
- Tamjidi, F., Nasirpour, A., & Shahedi, M. (2014). Rheological Characteristics of Yogurt Enriched with Microencapsulated Fish Oil. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 16(5), 1073-1082.
- Tang, Q., Munro, P. A., & McCarthy, O. J. (1993). Rheology of whey protein concentrate solutions as a function of concentration, temperature, pH and salt concentration. *Journal of Dairy Research*, 60(3), 349-361. doi:<https://doi.org/10.1017/S0022029900027692>
- Tavakoli, S., & Mokhtarian, M. (in Press). Effects of Adding Concentrated Protein of Bitter Orange Seed on Physical, Chemical and Sensory of Set-Type Yogurt. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, -. doi:<https://doi.org/10.22101/jrifst.2021.298984.1267> (in Persian)
- Yang, M., & Li, L. (2010). Physicochemical, Textural and Sensory Characteristics of Probiotic Soy Yogurt Prepared from Germinated Soybean. *Food Technology and Biotechnology*, 48, 490-496.

Effect of Sesame oil and Homogenization Pressure on the Physicochemical, Qualitative and Microbial Characteristics of Yogurt

Manoochehr Norooz¹, Mohammad Goli^{2,3*}

1- MSc. Graduate, Department of Food Science and Technology, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

2- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

3- Associate Professor, Laser and Biophotonics in Biotechnologies Research Center, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

* Corresponding author (mgolifood@yahoo.com)

Abstract

Yogurt is one of the widespread dairy products, which is especially important in people's diets due to its high nutritional value and health-promoting effect. In this study, the physicochemical, quality, sensory, and microbial characteristics of yogurt containing sesame oil (1, 2, and 3%) after homogenization at two pressures of 100 and 200 bar, for 21 days storage was investigated. The samples with sesame oil had higher pH and this value increased with increasing homogenization pressure. During storage, acidity of all yogurt samples increased. Moreover, peroxide value of yogurt increased and this value was higher in sesame oil samples. Syneresis was higher in yogurts with sesame oil, but this value decreased with increasing oil especially in yogurt containing milk fat. Power law was fitted appropriately by experimental data of rheological properties. Sesame oil addition resulted in no significant effect in hardness value of samples in comparison with milk fat. The lightness of yogurts showed that only the sample contained 3% sesame oil and treated at 100 bar pressures had significant difference with other samples ($P < 0.05$). Microbial characteristics of samples were in accordance with institute of standards of Iran. Although, sensory evaluation of samples showed that yogurt containing sesame oil had better texture than yogurt containing milk fat; however, taste and mouthfeel of them showed lower scores. Sesame oil addition caused reducing overall acceptability of yogurts that may be related to the applying of oil without deodorization.

Keywords: Functional, Quality, Sesame oil, Texture, Yogurt