

تأثیر استفاده از شیر خرمای بر ویژگی‌های کیفی ماست بدون چربی

رومینا اکبر^۱، مصطفی سلطانی^{۲،۳*} و مریم مصلحی شاد^۴

تاریخ دریافت: ۹۸/۶/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۲

^۱ دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده داروسازی، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۲ استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده داروسازی، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۳ مرکز تحقیقات علوم تغذیه و صنایع غذایی، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۴ استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد صفادشت، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

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

چکیده

زمینه مطالعاتی: شیر خرمای در مقادیر خاص می‌تواند جایگزین مناسبی برای چربی ماست باشد. هدف: استفاده از جایگزین‌های چربی شیر در تولید فرآورده‌های لبنی به منظور کاهش ابتلا به بیماری‌های قلبی و کاهش میزان کالری دریافتی بسیار مورد توجه است. با این حال محصولات لبنی تولید شده از شیر کم چرب یا شیر بدون چربی دارای نقایصی در زمینه ویژگی‌های بافتی و حسی هستند. در همین راستا، استفاده از جایگزین‌های چربی به عنوان بهبوددهنده بافت و طعم در فرمولاسیون محصولات لبنی توسعه یافته است. شیر خرمای یکی از ارزش‌ترین فرآورده‌های ثانویه خرمای می‌باشد که سرشار از قندهای طبیعی نظیر فروکتوز و گلوکز است. هدف از این پژوهش دستیابی به مقادیر بهینه شیر خرمای در تولید ماست بدون چربی است. روش کار: در این پژوهش، ۵ تیمار ماست در ۳ تکرار از شیر کامل، شیر بدون چربی و افزودن شیر خرمای با نسبت‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی به شیر بدون چربی تولید شد. تیمارهای تولیدشده ماست در طی ۲۲ روز در دمای $4 \pm 1^\circ\text{C}$ نگهداری شده و ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی، حسی و بافتی (سختی، کشسانی، چسبندگی و پیوستگی) آن‌ها در روزهای اول، هشتم، پانزدهم و بیست و دوم انبارداری مورد آزمایش قرار گرفت. **نتایج:** نتایج آزمون‌های فیزیکی‌شیمیایی نشان داد که افزایش شیر خرمای در تیمارهای ماست موجب کاهش در اسیدیته، ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب و افزایش pH و آب‌اندازی شد ($P < 0/05$). با افزایش مقدار شیر خرمای در تیمارهای ماست، ویژگی‌های حسی شامل ظاهر و رنگ، بافت و قوام و عطر و طعم کاهش یافت ($P < 0/05$). افزایش مقدار شیر خرمای موجب کاهش در پارامترهای سختی، پیوستگی و چسبندگی و افزایش در پارامتر کشسانی در تیمارهای ماست دارای شیر خرمای شد ($P < 0/05$). **نتیجه‌گیری نهایی:** در مجموع، استفاده از ۵ درصد حجمی شیر خرمای به جای چربی شیر در فرمولاسیون ماست، منجر به تولید بهترین تیمار ماست بدون چربی از نظر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی، بافتی و حسی می‌شود.

واژگان کلیدی: شیر بدون چربی، شیر خرمای، ماست، ویژگی‌های حسی، ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی

مقدمه

ماست از فرآورده‌های تخمیری پرمصرف شیر است که به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالا تأثیر مثبتی در سلامتی دارد. با توجه به افزایش جمعیت، تغییر الگوی مصرف و اهمیت شیر و فرآورده‌های آن در تغذیه انسان، تولید و مصرف ماست نیز روند افزایشی داشته است (زار و همکاران ۲۰۱۱). ماست یکی از مهم‌ترین عوامل سلامت استخوان به واسطه مقدار کلسیم بالای آن می‌باشد و تنها یک منبع کلسیم مناسب برای بیماران مبتلا به عدم تحمل لاکتوز محسوب می‌شود. ماست همچنین یک منبع مناسب پروتئین باکیفیت بالا و حاوی ویتامین‌های گروه B به خصوص ریبولوین و فسفر بوده و در کاهش شیوع انتشار بیماری‌های اسهال، زخم معده گاستریک، سرطان روده، آلرژی‌ها، تسکین آفتاب‌سوختگی و حتی عدم تحمل لاکتوز مؤثر است (کریهان و همکاران ۲۰۰۰). مصرف فرآورده‌های شیری پرچرب در درازمدت موجب ایجاد فشارخون و تنگ شدن رگ‌های اصلی قلب می‌شود و اگر مصرف این‌گونه چربی‌ها بدون تحرک و ورزش هم باشد، این خطر تشدید خواهد شد. در این راستا، بیشتر متخصصین تغذیه توصیه کلی و عمومی به استفاده از فرآورده‌های شیری کم‌چرب دارند (جیمز ۲۰۰۴). جایگزین‌های چربی کالری کمتری را در فرآورده‌های غذایی ایجاد می‌کنند و مصرف‌کننده می‌تواند با خوردن این نوع محصولات غذایی میزان کالری دریافتی خود را کنترل کند، با کاهش ۱۰ درصد در میزان چربی مواد غذایی، می‌توان میزان کالری دریافتی در روز را تا ۲۳۸ کیلوکالری کاهش داد. بنابراین استفاده از جایگزین‌های چربی در مواد غذایی، کاهش محتوی چربی و کاهش انرژی دریافتی را همراه دارد (سندوال کاستیلا و همکاران ۲۰۰۴، کاراجا و همکاران ۲۰۱۱). انواع مختلف جایگزین‌های چربی در صنعت غذا بکار می‌رود، جایگزین‌های چربی در ۳ دسته قرار می‌گیرند که شامل جایگزین‌های چربی بر پایه‌ی پروتئین، جایگزین‌های

چربی بر پایه‌ی چربی و جایگزین‌های چربی بر پایه‌ی کربوهیدرات‌ها می‌باشند. هر یک از این موارد محاسن و معایب خاص خود را داشته و خواص عملکردی متفاوتی را از خود نشان می‌دهند. در عین حال، در دستگاه‌های غذایی با استفاده از دو یا چندین جایگزین چربی می‌توان به مقبولیت بیشتری رسید (سندوال کاستیلا و همکاران ۲۰۰۴). در حال حاضر با توجه به افزایش آگاهی در سطح جامعه، تقاضای مصرف‌کنندگان در جهت مصرف فرآورده‌های 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 تولیدشده تأثیرگذار می‌باشد، کاهش میزان چربی موجب تغییر در طعم و ویژگی‌های حسی ماست می‌گردد. شیره خرما یکی از باارزش‌ترین فرآورده‌های ثانویه خرما می‌باشد که سرشار از قندهای طبیعی نظیر فروکتوز و گلوکز است. از نظر فیزیولوژیکی قند فروکتوز در بدن برای جذب به انسولین نیاز ندارد. بنابراین قند مناسبی برای بیماران دیابتی است و انرژی فراوانی دارد. (راعی و همکاران ۱۳۹۵). آهن طبیعی موجود در شیره خرما، موجب افزایش گلبول‌های قرمز خون شده و خطر بروز کم‌خونی را کاهش می‌دهد. (هک و جی ۲۰۰۳). مطالعات فراوانی جهت بهبود این ویژگی‌ها در ماست‌های کم‌چرب و بدون چربی با استفاده از مواد افزودنی همچون مالتودکسترین، نشاسته نرت و ژلاتین و جو بتاگلوکان انجام شده است (مشگی و همکاران ۲۰۰۹، رفتنی امیری و همکاران ۲۰۱۳، نیکوفرو همکاران ۲۰۱۳). در همین راستا دای و همکاران (۲۰۱۶) مصرف کونیاک گلوکومانان را به عنوان یک جایگزین چربی در ماست کم‌چرب و ماست بدون چربی مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه، ۰٫۵٪ کونیاک گلوکومانان به ماست کم‌چربی و بدون چربی اضافه شده و خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را با ماست کنترل فاقد چربی، ماست کم‌چربی و ماست پرچرب مقایسه شد. به طور کلی، اضافه کردن

در راستای امکان‌سنجی جایگزینی شیر خرمای با چربی شیر در سه مقدار مختلف ۵٪، ۱۰٪ و ۱۵٪ (حجمی/حجمی) در تولید ماست قالبی بدون چربی و بررسی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، بافتی و حسی محصول تولیدشده با افزودن مقادیر مختلف شیر خرمای به شیر با ۰/۱٪ چربی انجام گرفت.

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) از شرکت دامنه‌ی سهند تبریز تهیه شد. استارتر ماست (YC180) شامل (*Streptococcus thermophilus*) و (*Lactobacillus bulgaricus*) از شرکت کریستسن هانسن (دانمارک) تهیه شد. شیر خرمای به صورت تجاری با ویژگی‌های شیمیایی شامل چربی به مقدار $0/5 \pm 0/13$ ٪، پروتئین به مقدار $0/15 \pm 0/13$ ٪، قند احیا به مقدار $0/58 \pm 0/4$ ٪ وزنی، نسبت فروکتوز به گلوکز $0/3$ ٪، بریکس به مقدار $0/22 \pm 0/71$ ، رطوبت به مقدار $0/17 \pm 0/23$ ٪ و $0/01 \pm 0/21$ pH از فروشگاه‌های معتبر خریداری شد. **تولید تیمارهای ماست:** تولید تیمارهای ماست منطبق بر روش استفاده شده توسط گوون و همکاران (۲۰۰۵) در سه تکرار و در سه روز متوالی انجام شد. شیر خام گاو به دو صورت شیر کامل (دارای ۳ درصد چربی) و شیر بدون چربی (دارای کمتر از ۰/۱ درصد چربی) تهیه شد. سپس شیر خرمای در سه نسبت مختلف مطابق جدول ۲ به شیر بدون چربی اضافه شده و همه قسمت‌ها با افزودن شیر خشک بدون چربی (۲ درصد وزنی/حجمی) به منظور افزایش درصد ماده‌ی خشک ماست، تغلیظ شد. کلیه قسمت‌ها در دمای 90°C به مدت ۵ دقیقه تحت فرآیند حرارتی قرار گرفت و بعد از سرد شدن تا دمای $43 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ، به همه تیمارها استارتر ماست (۳ درصد وزنی/حجمی) اضافه شده و در

کونیاک گلوکومانان به ماست تاثیر معنی‌داری بر pH، اسیدیته و ظرفیت نگهداری آب در طول دوره‌ی انبارداری نداشته و همزمان منجر به کاهش سینرزیس در ماست کم چربی و ماست بدون چربی در مقایسه با ماست کنترل کم چرب و ماست کنترل پرچرب شد. علاوه براین، افزودن ۰/۵٪ کونیاک گلوکومانان به ماست کم چربی و ماست بدون چربی، منجر به ایجاد ساختار ژل قوی‌تر و پایدارتر نسبت به ماست کنترل فاقد چربی و ماست کنترل کم چرب شد. بطور کلی نتایج نشان داد که استفاده از کونیاک گلوکومانان در مقادیر معین می‌تواند جایگزین چربی خوبی برای تولید ماست‌های کم چربی با ویژگی‌های مورد نظر باشد. همچنین کیروس و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی اثر استفاده از آب هویج و استابلایزر جهت بهبود خواص تغذیه‌ای و اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و میکروبی ماست قالبی را مورد بررسی قرار دادند. افزودن ترکیبات فوق موجب افزایش pH و آب‌اندازی و کاهش اسیدیته و تعداد زنده‌مانی کل شد. نتایج کلی نشان داد که افزودن ۱۰٪ تا ۱۵٪ از آب هویج و ۷٪ استابلایزر منجر به تولید بهترین نمونه ماست از لحاظ آب‌اندازی کمتر، خواص تغذیه‌ای بهبودیافته و کارتنوئید کل بالاتر شد. عبد الحمید و همکاران (۲۰۲۰) مطالعه‌ای در خصوص استفاده از عصاره میوه مانگ جهت بررسی خواص زیست فعال ماست پروبیوتیک قالبی را انجام دادند. پیرو نتایج به دست آمده، ماست پروبیوتیک حاوی ۲٪ از عصاره مانگ بیشترین خاصیت ضد میکروبی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی را دارا بود. استفاده از آب‌میوه انار به صورت پودر شده در ماست قالبی توسط پان و همکاران (۲۰۱۹) صورت پذیرفت. نتایج پژوهش صورت گرفته حاکی از آن است که پودر آب‌میوه انار در سطح ۵٪ پتانسیل بهبود ویژگی‌های کیفی ماست را به عنوان جایگزینی ساکاروز در ماتریس تخمیر را دارا بود.

با توجه به تأکید بر کاهش استفاده از چربی شیر در تولید فراورده‌های لبنی و فواید شیر خرمای، این مطالعه

روز تولید، ۲ کیلوگرم و در مجموع برای ۵ تیمار در هر روز تولید، ۱۰ کیلوگرم ماست تولید شد و آزمون‌های لازم در روزهای اول، هشتم، پانزدهم و بیست‌ودوم انجام گرفت.

ظرف‌هایی از جنس پلاستیک به حجم ۲۰۰ میلی‌لیتر ریخته شد. کلیه تیمارها در دمای 4°C تا رسیدن به $\text{pH} = 4/6$ نگهداری شدند. پس از رسیدن به $\text{pH} = 4/6$ موردنظر، تیمارها در سردخانه $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ به مدت ۲۲ روز انبارداری شدند. برای هرکدام از تیمارها در هر

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی شیر

Table 1- Chemical properties of milk

Type of milk	pH	Acidity	Dry matter	Fat	Protein
Whole milk	6.70±0.03	0.15±0.01	12.27±0.09	3.05±0.05	3.72±0.1
Skim milk	6.67±0.02	0.16±0.01	9.49±0.07	<0.1	4.02±0.06

جدول ۲- مقادیر متفاوت چربی شیر و شیر خرد استفاده شده برای تولید تیمارهای ماست

Table 2- Different rates of milk fat and date molasses used to manufacture yoghurt samples

Sample code	Sample properties			
	Type of milk used	Milk fat (%)	Date molasses % (v/v)	Milk powder%(w/v)
CFY	Whole milk	3%	0	2
CNY	Skim milk	<0.1%	0	2
YD5	Skim milk	<0.1%	5	2
YD10	Skim milk	<0.1%	10	2
YD15	Skim milk	<0.1%	15	2

CFY: Yoghurt sample manufactured from whole milk, CNY: Yoghurt sample manufactured from Skim milk (milk fat<0.1%) + 2% Skim milk powder, YD5: Yoghurt sample manufactured from Skim milk (milk fat<0.1%) + 5% date molasses (v/v), YD10: Yoghurt sample manufactured from Skim milk (milk fat<0.1%) + 10% date molasses (v/v), YD15: Yoghurt sample manufactured from Skim milk (milk fat<0.1%) + 15% date molasses (v/v)

توزین ۲۵ گرم تیمار ماست بر روی کاغذ صافی واتمن شماره ۴۳ قرار گرفته بر روی قیف شیشه‌ای در داخل استوانه مدرج و سپس قرار دادن آن در دمای یخچال به مدت ۲ ساعت و توزین آب خارج شده از تیمارها با واحد گرم بر ۲۵ گرم محاسبه شد.

آزمون رنگ : رنگ تیمارهای ماست در روز اول انبارداری با دستگاه رنگ‌سنج هانتربل موردسنجش قرار گرفت (پسیفول و همکاران ۲۰۰۸).

آزمون حسی : ارزیابی حسی توسط یک پانل ۹ نفره از دانشجویان و اساتید گروه صنایع غذایی دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی تهران در محدوده سنی ۲۲-۴۰ سال که در رژیم غذایی خود از ماست استفاده می‌کردند، صورت گرفت. تیمارهای ماست در ظرف-

آزمون‌های فیزیکی شیمیایی : تعیین درصد ماده جامد کل با روش وزن سنجی به کاررفته توسط مارشال (۲۰۰۵) ، درصد پروتئین با روش میکروکجدال (استاندارد AOAC ۱۹۹۰) و درصد چربی به روش ژربر (مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۶۹۵، ۱۳۸۷) در روز اول انبارداری انجام شد. در روزهای مختلف انبارداری، pH و اسیدیته (مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲، ۱۳۸۵) ، ویسکوزیته با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد در 4°C با اسپیندل ۱۷ شماره ۴ با چرخش ۱۰۰ دور در دقیقه با روش به کاررفته توسط مانترز ویدو و همکاران (۲۰۱۹)، ظرفیت نگهداری آب با روش به کاررفته توسط شاهان و همکاران (۲۰۰۶) و آب‌اندازی توسط روش آلکادامان و همکاران (۲۰۰۲) با

درصد دارای pH کمتری بود. می‌توان گفت که غلظت بالای قند احتمالاً اثر ممانعت‌کنندگی بر روی فعالیت باکتری‌های آغازگر داشته و در نتیجه مقدار کمتری لاکتیک اسید تولید شده و pH با افزایش غلظت قند بیشتر شده است. نتایج تحقیق حاضر با تحقیق رونالدینی و همکاران (۲۰۱۲) مبنی بر کاهش pH در تیمارهای ماست تولیدشده با استفاده از شیر سویا و اینولین مطابقت داشت. در همین راستا نیکوفر و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که استفاده از نسبت‌های مختلف بتاگلوکان به عنوان جایگزین چربی در تولید ماست منجر به کاهش پارامتر pH نسبت به نمونه شاهد شد.

اسیدیته: در تمامی تیمارها، اسیدیته با گذشت زمان افزایش یافت ($P < 0/05$)، به طوری که در تمامی تیمارها، پایین‌ترین اسیدیته در روز اول و بالاترین اسیدیته در روز بیست و دوم ملاحظه شد ($P < 0/05$). علت افزایش اسیدیته در طول زمان نگهداری در ماست حاوی شیر خرمای مربوط به تخمیر لاکتوز توسط فعالیت استارترهای ماست و تولید اسید می‌باشد (باکرجی و کاواز ۲۰۰۸). در همین راستا گون و همکاران در سال ۲۰۰۵، در بررسی تأثیر به‌کارگیری اینولین به‌عنوان جایگزین چربی در کیفیت ماست‌های کم‌چرب قالبی اعلام نمودند که اسیدیته تیمارها با گذشت زمان به‌طور معناداری افزایش یافت، بطوریکه در روز پانزدهم دارای پایین‌ترین اسیدیته بودند که در تضاد با تحقیق حاضر بود ($P < 0/05$). با افزودن شیر خرمای اسیدیته کاهش یافت، تیمار حاوی ۵ درصد شیر خرمای در روز بیست و دوم از اسیدیته‌ی بالاتری نسبت به سایر تیمارهای حاوی شیر خرمای برخوردار بود ($P < 0/05$). سخاوتی زاده و همکاران در بررسی تأثیر صمغ گوار به‌عنوان جایگزین چربی بر برخی خصوصیات شیمیایی و حسی ماست کم‌چرب گزارش نمودند که نمونه‌های غنی‌شده با گوار در ماست‌ها ۵/۱٪ چربی نشان می‌دهد که اسیدیته ماست‌ها از روز ۱ تا ۲۲ افزایش یافته است،

های پلاستیکی دارای کدهای ۳ رقمی به همراه آب در دمای $20-18^{\circ}\text{C}$ در اختیار ارزیابان قرار گرفت. ارزیابی‌ها بر مبنای ویژگی‌های ظاهر و رنگ (از ۱ تا ۵ امتیاز)، بافت و قوام (از ۱ تا ۵ امتیاز)، عطر و طعم (از ۱ تا ۱۰ امتیاز) و امتیاز کلی (حداکثر ۲۰ امتیاز) بود (میلگارد و همکاران ۱۹۹۹).

آزمون بافتی: آزمون بافتی تیمارهای ماست با استفاده از دستگاه Texture Analyzer مدل TA.XT2 با Load cell ۵ کیلوگرمی و از روش Back extrusion برای تعیین پارامترهای بافتی استفاده شد و شاخص‌های مربوط به بافت ماست‌ها (سختی، کشسانی، پیوستگی، چسبندگی) در روزهای اول و بیست و دوم انبارداری تعیین شدند (برنان و تودوریکا ۲۰۰۸).

طرح آماری: تولید تیمارها در سه تکرار و در سه روز متوالی انجام شده و تمامی آزمون‌ها در دو تکرار صورت گرفت. برای تحلیل آماری داده‌ها، از نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۲ و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون مقایسه میانگین دانکن استفاده شد و معنی‌دار بودن تفاوت بین میانگین‌ها در سطح $\alpha = 0/05$ بررسی شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از آزمون‌های فیزیکی-شیمیایی در جدول ۳ ارائه شده است.

pH: در تمامی تیمارهای مورد بررسی، فاکتور pH با گذشت زمان کاهش یافت ($P < 0/05$) به طوری که بیشترین pH تیمارها متعلق به روز اول بود. این کاهش pH می‌تواند به فعالیت متابولیکی ثانویه استارترهای ماست نسبت داد (برنان و تودوریکا ۲۰۰۸). ماست‌های تولیدشده با شیر خرمای دارای pH بالاتری نسبت به ماست‌های بدون شیر خرمای بودند. در مقایسه تیمارهای حاوی شیر خرمای، تیمار حاوی ۵ درصد شیر خرمای نسبت به تیمارهای حاوی ۱۰ درصد و ۱۵

بعلاوه اضافه شدن گوار به میزان ۵٪ توانسته باعث افزایش اسیدیته در بین نمونه‌ها گردد که همراستا بامطالعه حاضر بود.

آب اندازی: مقایسه بین تیمارها نشان داد که در همه تیمارها به جز تیمار YD۵ و YD۱۰ با گذشت زمان آب اندازی کاهش یافت ($P<0/05$). آب‌اندازی تیمار CFY در روز پانزدهم و بیست و دوم کاهش یافت ($P<0/05$). کمترین میزان آب‌اندازی در تیمار CFY و بیشترین

میزان آب‌اندازی در تیمار YD۱۵ در روز اول ملاحظه شد ($P<0/05$). در واقع افزودن شیره خرما موجب افزایش آب اندازی شد که دلیل احتمالی این موضوع، چروکیدگی ساختار سه‌بعدی شبکه پروتئینی می‌باشد که منجر به کاهش قدرت اتصال پروتئین‌های آب‌پنیر و خروج آن از ماست می‌گردد (اکسلسون ۲۰۰۴، سودینی و همکاران ۲۰۰۲).

جدول ۳- نتایج آزمون‌های فیزیکی-شیمیایی تیمارهای ماست

Table 3- The results of physicochemical analysis of yoghurt samples

The experiment	Treatment Day	CFY	CNY	YD5	YD10	YD15
pH	Day1	4.42±0.02 ^{bcA}	4.40±0.02 ^{ca}	4.43±0.02 ^{abA}	4.49±0.03 ^{aA}	4.52±0.01 ^{aA}
	Day8	4.31± 0.03 ^{cB}	4.30±0.02 ^{cB}	4.39±0.03 ^{abA}	4.41±0.04 ^{aAB}	4.43± 0.03 ^{aAB}
	Day15	4.21±0.01 ^{cC}	4.20±0.03 ^{cC}	4.29±0.03 ^{abB}	4.32±0.03 ^{aBC}	4.34±0.02 ^{aBC}
	Day22	4.16± 0.02 ^{bcC}	4.14±0.03 ^{cC}	4.24±0.01 ^{abB}	4.29±0.02 ^{aC}	4.31±0.03 ^{aC}
Acidity (%L.A)	Day1	1.06±0.03 ^{bc}	1.12±0.02 ^{ad}	1.05±0.04 ^{bd}	1.01±0.03 ^{cd}	1.01±0.01 ^{cd}
	Day8	1.15±0.04 ^{bc}	1.23±0.02 ^{ac}	1.15±0.04 ^{bc}	1.13±0.03 ^{bc}	1.10±0.03 ^{cd}
	Day15	1.37±0.04 ^{bb}	1.41±0.03 ^{ab}	1.38±0.03 ^{baB}	1.35±0.04 ^{caB}	1.34±0.03 ^{caB}
	Day22	1.46±0.03 ^{ba}	1.52±0.04 ^{aa}	1.46±0.02 ^{ba}	1.41±0.05 ^{ca}	1.39± 0.05 ^{ca}
Synersis	Day1	7.31±0.09 ^{ea}	8.85±0.06 ^{ba}	7.74±0.07 ^{da}	8.32±0.04 ^{ca}	9.81±0.09 ^{aa}
	Day8	7.20±0.04 ^{ea}	8.68±0.06 ^{baB}	7.51±0.12 ^{da}	8.23±0.07 ^{ca}	9.50±0.03 ^{aaB}
	Day15	6.96±0.05 ^{db}	8.57±0.10 ^{baB}	7.28±0.17 ^{da}	8.08±0.10 ^{ca}	9.49±0.07 ^{aaB}
	Day22	6.80±0.03 ^{db}	8.40±0.09 ^{bb}	7.14±0.13 ^{da}	7.87±0.11 ^{ca}	9.23±0.13 ^{ab}
Water holding capacity (%)	Day1	41.08±0.09 ^{ab}	38.72±0.35 ^c	39.95±0.18 ^{bb}	38.88±0.34 ^c	37.50±0.14 ^{dc}
	Day8	42.11±0.58 ^{aaB}	39.79±0.62 ^{bbC}	41.06±0.55 ^{abAB}	39.93±0.17 ^{bb}	37.89±0.16 ^c
	Day15	42.99±0.60 ^{aaB}	41.29±0.59 ^{abAB}	41.77±0.61 ^{abAB}	41.09±0.11 ^{ba}	38.62±0.24 ^{cb}
	Day22	43.95±0.70 ^{aa}	42.03±0.16 ^{ba}	42.49±0.37 ^{ba}	41.88±0.19 ^{ba}	39.75±0.07 ^{ca}
Viscosity	Day1	7450±50 ^{ad}	5720±80 ^c	6570±120 ^{bc}	5810±50 ^{cd}	4880±20 ^{dc}
	Day8	9825±125 ^{ac}	7530±70 ^{bb}	7950±170 ^{bb}	7570±90 ^{bc}	4975±75 ^c
	Day15	10870±70 ^{ab}	7600±100 ^{db}	8260±100 ^{bb}	7910±50 ^{cb}	6940±40 ^{eb}
	Day22	12040±60 ^{aa}	8180±20 ^{da}	10920±80 ^{ba}	8880±20 ^{ca}	7850±50 ^{ea}

1- Values are reported as mean ± SD

2- Different lower case and upper case are shown the significant difference ($P<0.05$) between samples and storage, respectively

بیست و دوم به خود اختصاص داد ($P<0/05$) این بدان معناست که با افزایش شیره خرما ظرفیت نگهداری آب کاهش می‌یابد. بر طبق پژوهش‌های صورت گرفته توسط اوزتورک و همکاران (۱۹۹۹) افزودن شیره انگور به ماست می‌تواند احتمالاً سبب اختلال در شبکه زلی ماست و کاهش اتصال پروتئین‌های سرمی و به دنبال

ظرفیت نگهداری آب: با گذشت زمان ظرفیت نگهداری آب افزایش پیدا کرد ($P<0/05$). بیشترین میزان ظرفیت نگهداری آب مربوط به تیمار CFY در روز بیست و دوم بود و کمترین میزان ظرفیت نگهداری آب مربوط به تیمار YD۱۵ در روز اول بود. به غیر از تیمارهای کنترل، از بین تیمارهای حاوی شیره خرما بیشترین میزان ظرفیت نگهداری آب را تیماری YD۵ در روز

درصد معنی‌دار نبوده است و افزایش ویسکوزیته در اثر افزودن اینولین، به خاصیت جاذب الرطوبه بودن **نتایج آزمون رنگ** : نتایج آزمون رنگ در جدول ۴ نشان داده شده است. فاکتور L^* در تیمار کنترلی CFY بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد و تیمار ۱۵ YD کمترین عدد را به خود اختصاص داد ($P > 0.05$). فاکتور a^* در تیمار YD۱۵ بالاترین مقدار و در تیمار کنترلی CFY پایین‌ترین مقدار را به خود اختصاص داد و همچنین در فاکتور b^* تیمار YD۵ بالاترین و تیمار کنترلی CNY پایین‌ترین مقدار را به خود اختصاص داد. مقادیر ΔE (اختلاف رنگ) در تیمارهای ماست برای YD۵، YD۱۰ و YD۱۵ به ترتیب ۲۲/۵۷، ۲۳/۸۳ و ۲۴/۳۱ محاسبه شد. این مقادیر نشان دادند که با افزایش مقدار شیر خرمای، اختلاف رنگ بین تیمارهای ماست دارای شیر خرمای با نمونه‌ی کنترل پرچرب بیشتر شده است.

آن افزایش آب اندازی گردد، که با یافته‌های تحقیق حاضر هم‌راستا می‌باشد. اینولین و توانایی اتصال به آب نسبت داده شده است. **ویسکوزیته** : در تمامی تیمارها، با گذشت زمان ویسکوزیته افزایش یافت ($P < 0.05$) و از بین تیمارهای حاوی شیر خرمای تیماری YD۵ از ویسکوزیته بیشتری نسبت به تیمارهای YD۱۰ و YD۱۵ برخوردار بود. افزودن شیر خرمای با ایجاد تغییراتی در ریزساختار ژل ماست موجب باز شدن شبکه‌ی ژلی ماست و تغییر موقعیت قرارگیری میسل‌های کازئین در ماست شده و با کاهش کشش سطحی، موجب کاهش ویسکوزیته می‌شود (رفتنی امیری و همکاران ۱۳۹۲). رضایی و همکاران (۲۰۱۱) نیز در بررسی اثر اینولین بر خواص فیزیکی و شیمیایی و رئولوژیکی ماست منجمد بیان نمودند که اگرچه با افزودن اینولین، ویسکوزیته به‌طور معناداری نسبت به تیمار کنترل افزایش یافته است. اما تفاوت ویسکوزیته بین سطوح مختلف اینولین در سطح ۵

جدول ۴- نتایج آزمون رنگ تیمارهای ماست در روز اول از دوره انبارداری

Table 4- The results of color analysis of yoghurt samples on the first day of storage

The experiment Treatment	CFY	CNY	YD5	YD10	YD15
L^*	94.09±0.17 ^a	93.98±0.40 ^a	82.11±0.77 ^b	79.20±0.01 ^c	77.49±0.07 ^d
a^*	-3.64±0.06 ^c	-3.66±0.10 ^c	2.58±0.00 ^b	4.20±0.02 ^a	4.21±0.02 ^a
b^*	1.29±0.00 ^d	0.99±0.02 ^d	19.38±0.35 ^a	18.17±0.06 ^b	17.23±0.11 ^c

1- Values are reported as mean ± SD

2- Different lower case and upper case are shown the significant difference ($P < 0.05$) between samples and storage, respectively

جدول ۵- نتایج آزمون‌های چربی، پروتئین و ماده خشک تیمارهای ماست در روز اول از دوره انبارداری

Table 5- The results of fat, protein and dry matter analysis of yoghurt samples in first day of storage

The experiment Treatment	CFY	CNY	YD5	YD10	YD15
Fat	3.15±0.05	0.1±0.00	0.1±0.00	0.1±0.00	0.15±0.05
Protein	3.91±0.06	4.51±0.04	4.29±0.09	4.23±0.04	4.19±0.09
Dry matter	14.17±0.14	11.64±0.16	12.01±0.09	12.65±0.24	13.33±0.34

1- Values are reported as mean ± SD

2- Different lower case and upper case are shown the significant difference ($P < 0.05$) between samples and storage, respectively

انبارداری در تیمارهای ماست بیانگر این بود که مطابق انتظار، افزایش شیرهای خرمای در تیمارهای ماست منجر

ارزیابی نتایج حاصل از آزمون‌های تعیین چربی، پروتئین و ماده خشک: مطابق با جدول ۵ نتایج آزمون‌های چربی، پروتئین و ماده خشک در روز اول

امتیاز قوام و بافت تیمارهای تولیدی افزایش یافت. اما این افزایش معنادار نبود ($P > 0/05$).

عطروطعم: امتیاز عطروطعم در تیمارهای ماست با افزودن شیره خرما کاهش یافت ($P < 0/05$). در بین تیمارهای دارای شیره خرما، بیشترین امتیاز را تیمار حاوی ۵ درصد شیره‌ی خرما در روز اول به خود اختصاص داد. استفاده از مواد جایگزین چربی به‌طور معمول تأثیر نامطلوبی بر عطروطعم فرآورده‌ی نهایی در مقایسه با تیمار شاهد دارد. در این راستا کومار و میشرا (۲۰۰۴) تأثیر افزودن سه پایدارکننده پکتین، آلزینات سدیم و ژلاتین را بر روی خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی، حسی و بافتی ماست غنی شده با شیر سویا مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که اگرچه افزودن پایدارکننده‌ها موجب کاهش امتیاز عطروطعم در ماست شد، اما ژلاتین اثر بهتری روی عطروطعم ماست در مقایسه با دو پایدارکننده دیگر داشت. همچنین در مطالعه حاضر با گذشت زمان عطروطعم در تمام تیمارها به‌طور معناداری کاهش یافته و مطلوبیت خود را از دست داد ($P < 0/05$).

مطلوبیت کلی: با افزودن شیره خرما مطلوبیت کلی تیمار YD۵ بیشتر از تیمار YD۱۰ و YD۱۵ شد ($P < 0/05$). این نتیجه بیانگر این نکته بود که افزایش مقدار شیره خرما در تیمارهای ماست که با افزایش pH، کاهش اسیدیته، افزایش آب‌اندازی، کاهش ویسکوزیته و کاهش ظرفیت نگهداری آب همراه بود، موجب ایجاد تغییرات نامطلوب در ویژگی‌های عطروطعم، رنگ و ظاهر و بافت و قوام شده و بر روی مطلوبیت کلی به‌صورت منفی اثرگذار بوده است (زار و همکاران ۲۰۱۱). از سوی دیگر گذشت زمان نیز اثر نامطلوبی روی مطلوبیت کلی تیمارها داشته و با گذشت زمان مطلوبیت کلی در تمامی تیمارها دچار کاهش شد ($P < 0/05$).

به افزایش ماده خشک شد. از سوی دیگر میزان پروتئین در تیمارهای ماست با افزایش شیره خرما کاهش یافت. همچنین با توجه به چربی شیر مورد استفاده، تیمار CFY دارای بیشترین میزان چربی در بین تیمارهای ماست بود. نتیجه این پژوهش با تحقیق صورت گرفته توسط رفتنی امیری و همکاران (۱۳۹۲) مبنی بر تأثیر مالتودکسترین به‌عنوان جایگزین چربی در ماست هم‌راستا بوده است.

نتایج آزمون‌های حسی

نتایج آزمون‌های حسی در جدول ۶ نشان داده شده است.

ظاهر و رنگ: با افزودن شیره خرما روند امتیاز رنگ در تیمارهای ماست دچار کاهش شد ($P < 0/05$). با افزایش میزان شیره خرما تغییرات ظاهر و رنگ بیشتر شده و رنگ تیمارهای حاوی ۱۰ درصد و ۱۵ درصد شیره‌ی خرما از نظر ارزیابان مطلوب نبود. همچنین با گذشت زمان، امتیاز ظاهر و رنگ تغییر نیافت ($P > 0/05$).

قوام و بافت: اختلاف بین تیمارهای ماست در طول دوره انبارداری معنادار بود ($P < 0/05$). در مقایسه‌ی تیمارهای حاوی شیره خرما، تیمار YD۵ از بیشترین امتیاز قوام و بافت برخوردار بود. با توجه به این موضوع، می‌توان نتیجه گرفت که افزایش شیره خرما در مقادیر بالا موجب کاهش مطلوبیت قوام و بافت در ماست گردد. در توضیح این نتیجه می‌توان بیان کرد که استفاده از مقادیر بالای شیره خرما موجب سست شدن ساختار شبکه پروتئینی و تغییرات نامطلوب در قوام و بافت ماست گردیده است (هارت و همکاران ۲۰۰۳). در این راستا معتمد زادگان و همکاران در سال (۱۳۹۴) در بررسی اثر نوع ژلاتین بر ویژگی‌های کاربردی ماست قالبی فاقد چربی، گزارش نمودند که خصوصیات بافتی محصول به نحو مطلوبی تحت تأثیر ژلاتین قرار گرفته است. از سوی دیگر، با گذشت زمان

جدول ۶- نتایج آزمون‌های حسی تیمارهای ماست

Table 6- The results of sensory analysis of yogurt samples yoghurt samples

The experiment	Treatment Day	CFY	CNY	YD5	YD10	YD15
Appearance and color	Day1	5.000±0.00 ^{Aa}	4.86±0.14 ^{aA}	4.93±0.07 ^{aA}	4.79±0.07 ^{aA}	3.78±0.07 ^{bA}
	Day8	4.93±0.07 ^{aA}	4.79±0.07 ^{aA}	4.86±0.00 ^{aA}	4.72±0.00 ^{aA}	3.56±0.14 ^{bA}
	Day15	4.93±0.07 ^{aA}	4.79±0.07 ^{aA}	4.86±0.00 ^{aA}	4.72±0.00 ^{aA}	3.49±0.21 ^{bA}
	Day22	4.86±0.00 ^{aA}	4.64±0.07 ^{aA}	4.79±0.07 ^{aA}	4.64±0.07 ^{aA}	3.35±0.07 ^{bA}
Texture and consistency	Day1	4.86±0.00 ^{Aa}	4.50±0.22 ^{aA}	4.86±0.00 ^{aA}	4.64±0.07 ^{aA}	3.49±0.07 ^{bA}
	Day8	4.86±0.00 ^{aA}	4.64±0.07 ^{bA}	4.93±0.07 ^{aA}	4.72±0.00 ^{abA}	3.49±0.14 ^{cA}
	Day15	4.93±0.07 ^{aA}	4.64±0.07 ^{bA}	4.93±0.07 ^{aA}	4.72±0.00 ^{abA}	3.64±0.07 ^{cA}
	Day22	4.93±0.07 ^{aA}	4.72±0.00 ^{aA}	4.93±0.07 ^{aA}	4.79±0.07 ^{aA}	3.71±0.14 ^{bA}
Odor and taste	Day1	9.50±0.07 ^{aA}	9.21±0.07 ^{bA}	0.07 ^{bA} ±9.07	8.21±0.07 ^{cA}	7.78±0.07 ^{dA}
	Day8	9.50±0.07 ^{aA}	8.93±0.07 ^{abA}	8.78±0.07 ^{bb}	7.85±0.14 ^{cAB}	7.00±0.14 ^{dB}
	Day15	9.42±0.28 ^{aA}	8.78±0.07 ^{bb}	8.71±0.00 ^{bBC}	7.35±0.21 ^{cBC}	6.35±0.07 ^{dC}
	Day22	8.93±0.07 ^{aA}	8.49±0.07 ^{bc}	8.49±0.07 ^{bc}	7.21±0.07 ^{cC}	5.92±0.07 ^{dC}
Overall acceptability	Day1	19.30±0.07 ^{aA}	18.57±0.43 ^{aA}	18.86±0.14 ^{aA}	17.64±0.21 ^{bA}	15.06±0.22 ^{cA}
	Day8	19.20±0.14 ^{aA}	18.36±0.21 ^{bA}	18.57±0.00 ^{abA}	17.29±0.14 ^{cAB}	14.06±0.08 ^{dAB}
	Day15	19.28±0.42 ^{aA}	19.22±0.08 ^{bA}	18.50±0.07 ^{abBC}	16.79±0.21 ^{cB}	13.49±0.22 ^{dB}
	Day22	18.72±0.14 ^{aA}	17.86±0.15 ^{bA}	18.21±0.07 ^{abC}	16.64±0.07 ^{cB}	12.99±0.43 ^{dB}

1- Values are reported as mean ± SD

2- Different lower case and upper case are shown the significant difference ($P < 0.05$) between samples and storage, respectively

نتایج آزمون‌های بافتی

نتایج آزمون‌های بافتی در جدول ۷ نشان داده شده است. با افزودن شیر خرمای میزان کشسانی تیمارها افزایش و میزان چسبندگی کاهش یافت. در این مورد می‌توان استدلال نمود که شیره‌ی خرمای ساختار ژلی و پروتئینی ماست را سست کرده و نیروی جاذبه بین ذرات را کاهش می‌دهد (بهنیا و همکاران ۱۳۹۳). در این راستا سوپاویتیت پاتانا و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که ژلاتین در سطوح مختلف سبب بهبود ویژگی‌های ماست سویا می‌شود ولی در سطوح بالا به دلیل افزایش سختی، بافت نامطلوب می‌باشد. از سوی دیگر، افزایش مقدار شیره خرمای با تغییر در موقعیت قرارگیری میسل‌های کازئین و باز شدن شبکه ژلی ماست، موجب کاهش پارامتر سختی در تیمارهای ماست شد. با این حال، میزان سختی تیمارها با گذشت زمان تغییر پیدا نکرد ($P < 0.05$). در بین تیمارها، تیمار YD5 بیشترین میزان پیوستگی را دارا بود. این در حالی است که تیمار YD10 و YD15 از لحاظ پیوستگی تفاوتی با تیمار CFY نداشتند ($P > 0.05$). این نتیجه با پژوهش

صورت گرفته توسط دوماگتا و همکاران (۲۰۰۶) در ارتباط با عدم اختلاف معنادار در پیوستگی تیمار کنترل با تیمار حاوی مالتودکسترین همراستا می‌باشد. بر اساس پژوهش صورت گرفته توسط سالوادور و همکاران (۲۰۰۴) ماست‌های غنی‌شده با دانه کتان ساختار مستحکم‌تر و سخت‌تری در مقایسه با تیمار کنترل دارا بودند و ماتریکس پروتئین نقش مهمی در پیوستگی دارد (تونیک ۲۰۰۰). پیوستگی با گذشت زمان تغییر پیدا کرد ($P < 0.05$), که با یافته‌های به‌دست‌آمده توسط دواسپیریتو و همکاران (۲۰۱۲) همسو می‌باشد. قیاس نتایج چسبندگی در بین کلیه تیمارها حاکی از آن است که جز در مورد تیمار YD5 که چسبندگی آن از نظر آماری تفاوت معناداری با تیمار کنترل CFY ندارد ($P > 0.05$), در سایر موارد با افزایش مقدار شیره خرمای چسبندگی کاهش یافته است که این نتایج با یافته‌های موسوی و همکاران (۲۰۱۹) مبنی بر افزودن دانه کتان در ماست همراستا می‌باشد. نتایج حاصل از تأثیر گذشت زمان بر فاکتور چسبندگی با تحقیق صورت گرفته توسط آکگون و همکاران

(۲۰۱۶) مبنی بر عدم تأثیر زمان انبارداری بر روی ماست تولیدشده از شیر بوفالو مطابقت دارد ($P > 0.05$).

جدول ۷- نتایج آزمون‌های بافتی تیمارهای ماست

Table 7- The results of texture analysis of yoghurt samples

The experiment	Treatment Day	CFY	CNY	YD5	YD10	YD15
Hardness(N)	Day1	0.13±0.00 ^{aA}	0.10±0.00 ^{bA}	0.01 ^{aA} ±0.12	0.12±0.01 ^{aA}	0.10±0.00 ^{bA}
	Day22	0.16±0.00 ^{aA}	0.11±0.00 ^{cA}	0.16±0.01 ^{aA}	0.13±0.00 ^{bA}	0.10±0.00 ^{cA}
Springiness(mm)	Day1	3.41±0.02 ^{bA}	0.46±0.03 ^{eA}	2.09±0.02 ^{dA}	2.34±0.03 ^{cA}	4.43±0.03 ^{aA}
	Day22	2.93±0.04 ^{bB}	0.12±0.02 ^{eB}	1.85±0.03 ^{dB}	2.29±0.02 ^{cB}	3.24±0.02 ^{aB}
Cohesiveness	Day1	0.46±0.03 ^{bB}	0.41±0.03 ^{cB}	0.80±0.02 ^{aB}	0.52±0.01 ^{bB}	0.47±0.02 ^{bB}
	Day22	0.73±0.03 ^{bA}	0.55±0.02 ^{dA}	0.94±0.01 ^{aA}	0.64±0.02 ^{cA}	0.55±0.01 ^{dA}
Adhesiveness	Day1	0.15±0.05 ^{aA}	0.10±0.00 ^{bA}	0.25±0.05 ^{aA}	0.10±0.00 ^{bA}	0.10±0.00 ^{bA}
	Day22	0.25±0.01 ^{aA}	0.15±0.05 ^{bA}	0.30±0.01 ^{aA}	0.15±0.05 ^{bA}	0.15±0.05 ^{bA}

1- Values are reported as mean ± SD

2- Different lower case and upper case are shown the significant difference ($P < 0.05$) between samples and storage, respectively

نتیجه‌گیری

آب‌اندازی و کمترین ظرفیت نگهداری آب بود و در بین تیمارها کمترین سختی و چسبندگی را داشت. نتایج به‌دست‌آمده از آزمون‌های فیزیکی‌شیمیایی، حسی و بافتی تیمارهای ماست موردبررسی نشان داد که تیماری که دارای ۵٪ شیر خرم بود. در بین تیمارهای حاوی شیر خرم دارای کمترین آب‌اندازی و بیشترین ظرفیت نگهداری آب بود و از نظر آزمون‌های حسی عطر و طعم، رنگ، قوام و در مجموع در مطلوبیت کلی دارای بیشترین امتیاز بوده و دارای بیشترین سختی و چسبندگی بود. به‌طور کلی در بین تیمارهای دارای شیر خرم تیمار حاوی ۵٪ شیر خرم به‌عنوان بهترین تیمار قابل‌تولید بود.

در این پژوهش، تأثیر افزودن مقادیر متفاوت شیر خرم به شیر بدون چربی بر ویژگی‌های مختلف تیمارهای ماست تولیدشده ارزیابی شد. نتایج نشان داد که افزایش میزان شیر خرم در ماست موجب کاهش اسیدیته، ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب و افزایش pH و آب‌اندازی در تیمارهای ماست می‌شود. با گذشت دوره انبارداری، اسیدیته، ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب در همه تیمارها افزایش و pH و آب‌اندازی کاهش پیدا کرد. با توجه به تأثیر شیر خرم بر pH، اسیدیته و آب‌اندازی تیمارهای ماست، تیمار دارای ۱۵٪ شیر خرم از نظر آزمون‌های حسی کمترین امتیاز را دریافت کرد. این تیمار دارای بیشترین

منابع مورد استفاده

- بهنیا آ، کاراژیان ح، نیازمند ر و محمدی نافچی ع، ۱۳۹۳. تأثیر صمغ دانه شاهی بر خواص رئولوژیکی و بافتی ماست کم‌چرب، نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، جلد دوم، شماره ۳، صفحه‌های ۲۵۵ تا ۲۶۶.
- راعی پ، پیغمبردوست ه، آزادمردمیرچی ص و اولادغفاری ع، ۱۳۹۵. تأثیر جایگزینی شیر خرم با شکر بر خواص کیفی کیک اسفنجی، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، جلد یازدهم، شماره ۱، ۹۴-۸۷.
- رفتنی امیری ز، محمودی م و علیمی م، ۱۳۹۲. تأثیر مالتودکسترین به عنوان جایگزین چربی بر روی کیفیت ماست بدون چربی، پژوهش‌های صنایع غذایی، جلد بیست و سوم، شماره ۱، ۱۴۲-۱۳۳.

سختاوتی زاده س و صادق زاده فر ش، ۱۳۹۲. تأثیر صمغ گوار به عنوان جایگزین چربی بر برخی خصوصیات شیمیایی و حسی ماست کم چرب، نوآوری در علوم و فناوری غذایی، دوره ۵، شماره ۲، ص ۲۸-۲۹.

مشگی م، محمدی خ، توتونچی س و فراهانیان ز، ۱۳۸۸. تولید ماست بدون چربی به هم زده با استفاده از نشاسته ذرت و ژلاتین، مجله علوم غذایی و تغذیه، سال هفتم، شماره ۳.

Abdel-Hamid M, Romeih E, Huang Z, Enomoto T, Huang L and Li L, 2020. Bioactive properties of probiotic set-yogurt supplemented with *Siraitia grosvenorii* fruit extract. *Food chemistry* 303: 125400.

Akgun A, Yazici F and Gulec HA, 2016. Effect of reduced fat content on the physicochemical and microbiological properties of buffalo milk yoghurt. *LWT- Food Science and Technology* 74: 521–527.

Alkadaman, E, Khattar M, Haddad T and Toufeili I, 2002. Estimation of shelf life of concentration yoghurt by monitoring selected microbiological and physicochemical changes during storage. *Lebensm-Wiss. U-Technol* 36(4): 407-414.

AOAC, 1990. Official methods of analysis. Association of official analytical chemists, 15th ed. University of Alabama. Washington DC.

Asioli, D, Aschemann-Witzel J, Caputo V, Vecchio R, Annunziata A, Næs T and Varela P, 2017. Making sense of the “clean label” trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications. *Food Research. International* 99:58–71.

Axelsson L, 2004. Lactic Acid Bacteria Classification and Physiology. P 1-67. In: S. Salminen, A. von Wright and A.C. Ouwehand (eds), *Lactic Acid Bacteria Microbiology and Functional Aspects*. 3rd Edition. Marcel Dekker Inc, New York.

Baba WN, Jan K, Punoo HA, Wani TA, Dar MM and Masoodi FA, 2018. Techno-functional properties of yoghurts fortified with walnut and flaxseed oil emulsions in guar gum. *LWT - Food Science and Technology* 92, 242–249.

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.

Brennan CS and Tudorica CM, 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* 43:824-833.

Crehan CM, Hughes E, Troy DJ and Buckley DJ, 2000. Effects of fat level and maltodextrin on the functional properties of frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. *Meat Science* 55(4):463-469.

Domagała J, Sady M, Greg T and Bonczar G, 2006. Rheological properties and texture of yoghurts when oat- maltodextrin is used as a fat substitute. *International Journal of Food Properties* 9(1): 1–11.

Do Espírito Santo A, Perego P, Converti A and Oliveira M, 2012. Influence of milk type and addition of passion fruit peel powder on fermentation kinetics, texture profile and bacterial viability in probiotic yoghurts. *LWT- Food Science and Technology* 47(2): 393–399.

Dai S, Corke H and Shah NP, 2016. Utilization of konjac glucomannan as a fat replacer in low-fat and skimmed yogurt. *Journal of dairy science* 99(9):7063-74.

Güven M, Yasar K, Karaca OB and Hayaloglu AA, 2005. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *International Journal of Dairy Technology* 58(3):180-184.

Haque ZU and Ji T, 2003. Cheddar whey processing and source: II. Effect on non-fat ice cream and yoghurt. *International Journal of Food Science & Technology* 38:463-73.

Harte F, Luedeck L, Swanson B and Barbosa-Canovas GV, 2003. Low fat set yogurt made from milk subjected to combination of high hydrostatic pressure and thermal processing. *Journal of Dairy Science* 86(4):1074-1089.

Huyghebaert A, Dewettinck K and de Greyt W, 1996. Fat replacers. In *Fat Replacers-Ripening and Quality of Cheese*. Brussels: International Dairy Federation. *IDF Bulletin* 317: 1996, pp 10–15.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2006. Cheese and its produce. pH and pH determination. National Standard No: 2852. First edition.

- Institute of Standard and Industrial Research of Iran. 2008. Yogurt Characteristics and Test Method (Revision). National Iranian Standard No. 695
- Istikhar H, Attigur R and Atkinson N, 2009. School of Science and Technology .University of Teesside, Middlesborough. United Kingdom. *Pakistan Journal of Nutrition* 8(1):9-12.
- James PT, 2004. Obesity: The worldwide epidemic. *Clinics in Dermatology* 22(4):276-280.
- Karaca O, Saydam I and Guven M, 2011. Physicochemical, mineral and sensory properties of set-type yoghurts produced by addition of grape, mulberry and carob molasses (Pekmez) at different ratios. *International Journal of Dairy Technology* 65(1):11-117.
- Kirimlidou M, Matsakidou A, Scholten E and Nikiforidis CV, 2017. Composite gels structured by a gelatin protein matrix filled with oil bodies. *Food Structure* 14, 46-51.
- Kumar P and Mishra HN, 2004. Mango soy fortified set yoghurt: effect of stabilizer addition on physicochemical, sensory and textural properties. *Food Chemistry* 87(4):501-507.
- Kiros E, Seifu E, Bultosa G and Solomon WK, 2016. Effect of carrot juice and stabilizer on the physicochemical and microbiological properties of yoghurt. *LWT-Food Science and Technology*, 69, 191-196.
- Kucukoner E and Haque ZU, 2003. Liyofilize edilmiş protein kaynaklı yağ ikame maddelerinin Edam peynirinin tekstür ve olgunlaşmasına etkisi. *Gıda* 28 227–233
- Marshall TR, 2005. Standard methods for the examination of dairy products. American public health association. Washington, DC. 450p.
- Mantzouridou F, Naziri E, Kyriakidou A, Paraskevopoulou A, Tsimidou M, Kiosseoglou V, 2019 . Oil bodies from dry maize germ as an effective replacer of cow milk fat globules in yogurt-like product formulation. *Food science and technology* 1(105):48-56.
- Meilgaard M, Civille G, Carr V, 1999. Sensory Evaluation Techniques. 3rd Edition. CRC Press; USA.
- Motamedzadegan A, Shahidi A, Hosseiniparvar H and Ebdali S, 2015. Effect of gelatin on the functional properties of lipid-buckled yogurt. *Iranian Journal of Food Sciences and Technology* 12(47):221-230.
- Mousavi M, Heshmati A, Garmakhany A, Vahidinia A and Taheri M, 2019. Texture and sensory characterization of functional yogurt supplemented with flaxseed during cold storage. *Food Science and Nutrition* 7:907-917.
- Nielsen SD, Beverly RL, Qu Y and Dallas DC, 2017. Milk bioactive peptide database: A comprehensive database of milk protein-derived bioactive peptides and novel visualization. *Food Chemistry*. 232:673–682.
- Nikoofar E, Hojjatoleslami M, Shariaty MA, 2013. Surveying the effect of quince seed mucilage as a fat replacer on texture and physicochemical properties of semi fat set yoghurt. *Int. J. Farm. Alli. Sci* 2(20):861-5.
- Öztürk B and Oner MD, 1999. Production and evaluation of yogurt with concentrated grape juice. *Journal of Food Science* 57:357-360.
- Öztürk HI, Aydın S, Sözeri D, Demirci T, Sert D and Akın N, 2018. Fortification of set-type yoghurts with *Elaeagnus angustifolia* L. flours: Effects on physicochemical, textural, and microstructural characteristics. *LWT - Food Science and Technology* 90, 620–626.
- Pan LH, Liu F, Luo SZ and Luo J P, 2019. Pomegranate juice powder as sugar replacer enhanced quality and function of set yogurts: Structure, rheological property, antioxidant activity and in vitro bioaccessibility. *LWT* 115: 108479.
- Pasephol T, Small DM and Sherkat F, 2008. Rheology and texture of set yogurt as affected by inulin addition. *Journal of Texture Studies* 39(2008):617-34.
- Pessione E and Cirrincione S, 2016. Bioactive molecules released in food by lactic acid bacteria: encrypted peptides and biogenic amines. *Front. Microbiol* 7:876.
- Rezaei R, Khomeiri M, Kashaninezhad M and Aalami M, 2011. Effects of guar gum and Arabic gum on the physicochemical, sensory and flow behavior characteristics of frozen yoghurt. *International Journal of Dairy Technology* 64(4): 563-568.

- Rinaldoni AN, 2012. Campderros ME, Perez-Padilla ME, Perez-Padilla A. Physico-chemical and sensory properties of yogurt from ultra-filtered soy milk concentrate added with inulin. *LWT - Food Science and Technology* 45(2):142-47.
- Sahan N, Yasar K and Hayaloglu AA, 2006. Physical, chemical and flavor quality of non-fat yogurt as affected by a β -glucanhydrocolloidal composite during storage. *Food Hydrocolloids* 22(7): 1291-1297.
- Salvador A and Fiszman S, 2004. Textural and sensory characteristics of whole and skimmed flavored set-type yogurt during long storage. *Journal of Dairy Science* 87(12): 4033-4041.
- Sandoval-Castilla O, Lobato-Calleros C, Aguirre-Mandujano E and Vernon-Carter, J. 2004. Microstructure and texture of yogurt as influenced by fat replacers. *International dairy journal* 14 (2):151-59.
- Sodini I, Lucas A, Oliveira MN, 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):2479-488.
- Supavititpatana P, Indrarini Wirjantoro T, Apichartsrangkoon A and Raviyan P, 2008. Addition of gelatin enhanced gelatin of corn milk yogurt. *Food Chemistry* 106(1):211-216.
- Tunick M, 2000. Rheology of Dairy Foods that Gel, Stretch, and Fracture1. *Journal of Dairy Science* 83(8):1892-1898.
- Zare F, Boye JI, Orsat V, Champagne C and Simpson BK, 2011. Microbial, physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour. *Food Research International* 44(8):2482-2488.
- Vecchio R, Van Loo E J and Annunziata, 2016. Consumers' willingness to pay for conventional, organic and functional yogurt: evidence from experimental auctions. *International Journal of Consumer Studies* 40:368-378.

Journal of Food Researches/vol.29 No.4/ 2020/pp 201-215

<https://foodresearch.tabrizu.ac.ir>

Effect of using date molasses on the quality properties of set-type non-fat yoghurt

R Akbar¹, M Soltani^{2,3*} and M Moslehishad⁴

Received: September 3, 2019

Accepted: December 23, 2019

¹M.Sc. student, Department of Food Sciences and Technology, Faculty of Pharmacy, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran

²Assistant Professor, Department of Food Sciences and Technology, Faculty of Pharmacy, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran

³Nutrition and Food Sciences Research Center, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran

⁴Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Safadasht Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

*Corresponding author: m.soltani@iaups.ac.ir

Introduction: Yoghurt is a well-known dairy product manufactured by fermentation of milk with lactic acid bacteria (LAB). Due to production of bioactive peptides by LAB during fermentation, yoghurt has higher biological activity than milk (Pessione and Cirrincione, 2016). Specifically, some peptides in yoghurt have antioxidant activities and are effective in inhibition of lipid peroxidation and removal of free radicals (Nielsen et al., 2017). Milk acidification induces the formation of continuous gel networks by incorporation of aggregated protein molecules and fat globules. The fat globules serve as structure modifiers and influence the rheological properties of the composite gels. Gel strength depends on fat globule size and the extent of their surface interactions with the gel network (Kirimlidou et al., 2017). The physical properties and microstructure profile of the gels are reflected onto texture and sensory properties of yoghurt (Öztürk et al. 2018). Development of more nutritious yoghurt is an ongoing topic in dairy science. Incorporation of technically-emulsified oil formulations rich in mono- and polyunsaturated fatty acids in yoghurt may help to increase its health benefits (Baba et al, 2018).

Reduction in consumption of dietary animal fat has been recommended by nutritionists due to the proven relationship between fat consumption and heart diseases. In this context, consumption of low or nonfat dairy products has increased because of recognition of their health benefits (Kucukoner and Haque 2003). Consumer trends have shown that consumption of healthful food supports healthy lifestyles and reduces the risk of disease (Asioli et al., 2017). These changes in consumer demand have driven the food industry to develop functional foods with health-beneficial effects (Vecchio et al., 2016). Low-calorie or low-fat dairy products have been available in EU or USA markets for a long time and their consumption have been increasing (Kucukoner and Haque 2003). Milk fat has an important role in the texture, flavour and colour development of dairy products. Fat reduction can cause some defects such as lack of flavour, weak body and poor texture (Haque and Ji 2003). Although the manufacture of low- or nonfat dairy products has been possible for many years, the use of fat replacers in the manufacture of dairy products is still novel. Fat replacers, which decrease the calorific value of food, can be used to solve some physical and organoleptic problems originating from low-fat levels in the final products. Fat replacers consist of mixtures of lipid originated fat substitutes, protein or carbohydrate originated fat mimetic or their combinations (Huyghebaert et al. 1996).

Using fat replacers as improver of texture and flavor have developed in the formulation of dairy products. Date molasses is one of the most valuable secondary products of the date that rich in natural sugars such as fructose and glucose. This product contains significant amount of iron which can increase red blood cells and reduce the risk of anemia. In this context, the aim of this study was to investigate the effect of using different rates of date molasses as a fat replacer on the physicochemical, texture and sensory properties of yoghurt manufactured from non-fat milk.

Material and methods: In this research, two yoghurt samples were manufactured from whole milk (3%) and skim milk (<0.1%) as control samples and three yoghurt samples were manufactured with addition of date molasses in different concentrations of 5, 10 and 15 % (w/w) to non-fat milk. All yoghurt samples were manufactured in three replicates. Skim milk powder (2% w/v) was added to all treatments in order to increasing the total solid of final product. The mixtures were then pasteurized at 90°C for 5 min and cooled to $43 \pm 1^\circ\text{C}$, inoculated with 3% of starter culture (w/v), dispersed into plastic cups (200 ml), and incubated at $42 \pm 1^\circ\text{C}$ until pH 4.6. Following incubation, Yoghurt samples were stored in refrigerator ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) for 22 days and their physicochemical, texture and sensory properties were evaluated at 1st, 8th, 15th and 22th day of storage.

Results and discussion: Physicochemical analysis showed that increasing the rate of date molasses in yoghurt samples caused to decrease in acidity, viscosity and water holding capacity and increase in pH and syneresis ($P < 0.05$). The yoghurt samples manufactured from different rates of date molasses had higher pH and syneresis and lower acidity, water holding capacity and viscosity compared with yoghurt samples manufacture from full-fat milk ($P < 0.05$). On the other hand, with increasing the rate of date molasses in yoghurt samples, sensory properties including appearance and colour, texture and consistency and odour and flavour decreased ($P < 0.05$). Increasing the amount of date molasses caused to decrease in hardness, cohesiveness and adhesiveness and increase in springiness of yoghurt samples ($P < 0.05$). Results of fat, protein and dry matter analysis on the first day of storage in the yoghurt treatments indicated that, as expected, an increase in date molasses in the yogurt treatments resulted in increase in the dry matter. On the other hand, protein content in yoghurt treatments decreased with increasing the rate of date molasses. Also, according to the rate of milk fat used, control full-fat yoghurt had the highest fat content among the treatments.

In terms of sensory properties, with increasing the date molasses, total sensory desirability of yoghurt samples decreased. In this context, the yoghurt containing 5% (w/w) of date molasses received the highest acceptability compared with other samples manufactured using date molasses. Moreover, increasing the rates of date molasses in the manufacture of non-fat yoghurt samples caused to decrease in hardness, cohesiveness and adhesiveness and increase in springiness values of them ($P < 0.05$).

Conclusion: In this study, the effect of using different rates of date molasses on different quality characteristics of yoghurt manufactured from non-fat milk during 22 days of storage was evaluated. The results of different analysis showed that date molasses can be used in certain quantities in the manufacture of non-fat yoghurt. In conclusion, using 5% (w/w) of date molasses instead of milk fat led to the best result in manufacture of non-fat yoghurt in terms of physicochemical, texture and sensory properties. Analysis of texture characteristics is considered as a useful procedure for assessing the hardness, adhesiveness, cohesiveness and springiness in yoghurt. The results of texture analysis showed that increasing the date molasses rates in date molasses-enriched yoghurt samples resulted in increase in springiness and decrease in hardness, cohesiveness and adhesiveness.

Keywords: Date molasses, Physicochemical properties, Sensory properties, Skim milk, Yoghurt