مقاله علمی پژوهشی/ نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۳۳ شماره ۲/ سال ۱۴۰۲/ صفحات ۱ تا ۱۳
DOI:10.22034/FR.2022.47607.1804

تاثیراستفاده از آب‌انار (*Punica granatum L.*) بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، بافتی و حسی ماست کم‌چرب حاوی اینولین

مرضیه کشورزاد[۱]، منصوره سادات موجانی قمی*[۳،۲] و مصطفی سلطانی[۳،۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۹/۱۲

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده داروسازی، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی
[۲] استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده داروسازی، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی
[۳] استادیار مرکز تحقیقات علوم تغذیه و صنایع غذایی، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی
* مسئول مکاتبه: Email: mojani@iaups.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: با توجه به نیاز مصرف‌کنندگان به دریافت مواد غذایی با تنوع طعم و ارزش غذایی بالاتر، تولید مواد لبنی سالم با خواص فیزیکی شیمیایی و حسی مطلوب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به نظر می‌رسد در کنار استفاده از جایگزین‌های چربی در صنعت، افزودن انواع آب میوه که منابع غنی از مواد موثره مانند رنگدانه‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها هستند بتواند به بهبود طعم و خواص تغذیه‌ای ماست کمک کند. **هدف**: در این پژوهش هدف تعیین مقادیر بهینه آب انار در تولید ماست کم‌چرب حاوی اینولین می‌باشد. **روش کار**: در این پژوهش ۲ نمونه شاهد با شیر ۳٪ چربی و با شیر ۱/۵٪ چربی و ۲٪ اینولین و ۳ تیمار با مقادیر ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی از آب انار در ماست کم‌چرب حاوی اینولین تهیه شد. نمونه‌های ماست در دمای ۰/۱±۴°C به مدت ۲۲ روز نگهداری شدند و ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، آنتی‌اکسیدانی و خواص بافتی آنها در روزهای ۱، ۸، ۱۵ و۲۲ مورد بررسی قرار گرفتند. **نتایج**: با افزودن آب انار مقادیر pH ، ماده خشک، ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب کاهش یافت و میزان اسیدیته و آب‌اندازی نمونه‌ها افزایش یافت ($p<0/05$). افزایش درصد آب انار به صورت خطی منجر به افزایش خاصیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها شد ($p<0/05$) .همچنین با افزایش غلظت آب انار میزان سختی، پیوستگی و چسبندگی نمونه‌ها کاهش یافت ($p<0/05$). درطی دوره‌ی انبارمانی، مقادیر اسیدیته ، ویسکوزیته و آب‌اندازی نمونه‌ها افزایش یافت و میزان pH و ظرفیت نگهداری آب آنها دچار کاهش شد ($p<0/05$). در ارزیابی حسی، با افزایش درصد آب انار، امتیاز عطر و طعم و مطلوبیت کلی بهبود یافت ($p<0/05$). **نتیجه‌گیری نهایی**: با توجه به آزمون‌های انجام شده امکان تولید ماست کم‌چرب طعم‌دار با ۲٪ اینولین و افزودن ۵ درصد آب انار با خواص کیفی، ارزش آنتی‌اکسیدانی و خواص حسی مطلوب وجود دارد.

واژگان کلیدی: آب انار، بافت، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، ما ست کم‌چرب، ویژگی‌های حسی

مقدمه

ماست، فرآورده تخمیرشده شیر و یک منبع عالی از پروتئین با کیفیت بالا است و حاوی انواع ویتامین‌ها و موادمعدنی قابل‌دسترس همانند کلسیم است (مکینلی ۲۰۰۵). بطورکلی، مصرف دریافت کافی ماست در یک رژیم‌غذایی سبب بهبود کیفیت آن رژیم می‌گردد و این محصول لبنی در افراد مبتلا به عدم تحمل لاکتوز مناسب است (کینوشیتا و همکاران ۲۰۱۹). مصرف ماست کم‌چرب از دو دهه گذشته به طرز چشمگیری افزایش یافته است و بسیار مورد توجه قرار گرفته است (سلویج و همکاران ۲۰۱۵). اما، باتوجه به عدم مقبولیت ویژگی‌های بافتی و حسی ماست‌های کم‌چرب (براس و همکاران ۱۹۹۹)، امروزه توجه ویژه‌ای به استفاده از جایگزین‌های چربی در صنعت شده است تا پاسخگوی مناسبی به تقاضای مصرف‌کنندگان چه از نظر ارزش غذایی و چه از نظر کیفیت بالای محصولات شود (رومیه و همکاران ۲۰۱٤). اینولین از جمله ترکیبات جایگزین چربی محلول در آب است و منجر به احساس دهانی همانند چربی و ایجاد بافت مناسب در ماست می‌شود (زیمری و کوکینی ۲۰۰۳) و تاکنون مطالعات متعددی در رابطه با اثر افزودن آن بر بهبود خواص‌حسی ماست‌های کم‌چرب صورت گرفته است (گوون و همکاران ۲۰۰۵ و پاسیفول و همکاران ۲۰۰۸ و پیمنتل و همکاران ۲۰۱۳). اینولین علاوه بر حفظ خواص حسی ماست و حفظ زنده‌مانی جمعیت میکروبی پروبیوتیک آن (فرح‌بخش و روفه‌گری‌نژاد ۲۰۲۱)، منجر به افزایش سطح میکروبیوتای روده، تقویت عملکرد سیستم‌ایمنی و بهبود سطح لیپیدهای خون می‌شود (اوهر ۲۰۰٤). تخمیر اینولین در روده بزرگ، تشکیل اسیدهای چرب زنجیره‌کوتاه را تحریک می‌کند (کروس و همکاران ۱۹۹۹).

افزودن آب و تفاله‌های میوه در افزایش طعم و رنگ از دست‌رفته در طی کاهش چربی شیر می‌تواند موثر باشد (والاک و گوستی ۲۰۰۸). از مزیت های دیگر ماست‌های میوه‌ای طعم‌دار، این است که دارای محتوای بالاتری از موادمعدنی نسبت به ماست معمولی هستند (سنچز سگارا و همکاران ۲۰۰۰). همچنین میوه‌ها منبع عالی آنتی‌اکسیدان‌ها و فیبرهای پری‌بیوتیک هستند که می‌توانند سلامت روده را حفظ کنند (فرناندز و مارت ۲۰۱۷).

انار با نام علم *Ponica Granatum* متعلق به خانواده *Lythraceae* است (بهانداری ۲۰۱۲). آب انار منبع غنی از انواع مواد شیمیایی گیاهی با خاصیت‌های آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی است (ووسیس و همکاران ۲۰۱۹). علاوه بر وجود پلی‌فنول‌ها، آب‌انار حاوی فلاونوئیدها ، لیگنان‌ها ، چندین اسیدآلی، اسیدهای‌چرب، آلکالوئیدها، تری‌ترپنوئیدها و فیتواسترول‌ها است (وو و تیان۲۰۱۰). مطالعاتی در زمینه تاثیر افزودن قسمت‌های مختلف انار به محصولات لبنی وجود دارد (ارجمند ۲۰۱۱ و علی ۲۰۱٦ و ابراهیم و همکاران ۲۰۲۰). اما بر اساس تحقیقات ما، هیچ مقاله منتشرشده‌ای در رابطه با تولید ماست کم‌چرب با استفاده از آب‌انار و اینولین یافت نشد. لذا هدف از انجام مطالعه حاضر، بکارگیری آب‌انار در تولید ماست قالبی کم‌چرب حاوی اینولین است که منجر به تولید محصول لبنی سالم با خواص حسی و تغذیه ای مطلوب‌تر گردد. بنابراین، مقدار ۲ درصد اینولین و آب انار به نسبت‌های معین ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد (حجمی/حجمی) به نمونه شاهد کم‌چرب اضافه شد و ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، بافتی و حسی محصولات تولید شده در یک دوره ۲۲ روزه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد مصرفی

شیر گاو (با چربی ۱/۵ درصد جهت تهیه نمونه‌ها و با چربی ۳ درصد برای تهیه نمونه شاهد بدون اینولین) از شرکت دامداران، آب انار پاستوریزه از شرکت شادلی، شیرخشک از پگاه فارس، اینولین تجاری از شرکت پویا‌کابک و باکتری‌های استارتر (*Streptococcus thermophiluse* و *Lactobacillus bulgaricus*) از

مجموعه میکروبی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه شدند. مشخصات شیمیایی شیر و آب انار در جدول ۱ آمده است.

تهیه ماست

برای تهیه ماست شاهد پرچرب (C) و ماست شاهد بدون اینولین (CI) و سایر تیمارها به‌ترتیب از شیر استاندارد شده با ۳٪ و ۱/۵٪ چربی استفاده شد. برای تهیه تیمارهای ماست، ۲٪ شیرخشک بدون چربی به همه تیمارها (جهت بهبود قوام محصول نهایی) و ۲٪ وزنی/وزنی اینولین تجاری به تیمارهای تولید شده از شیر کم‌چرب افزوده شد (جدول ۲). سپس، همه نمونه‌ها در دمای ۹۰°C به مدت ۵ دقیقه تحت فرآیند حرارتی قرار گرفته و پس از سرد شدن تا دمای ۰/۵ ±٤٤ °C به میزان ۳ درصد استارتر ماست (وزنی-حجمی) به آنها افزوده شد. در مرحله بعدی، درصد مناسب آب انار (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی /حجمی با بریکس ۰/۰۲±۱۵ و پاستوریزه شده در دمای ۹۰°C به مدت ۳۰ ثانیه) به سه تیمار آماده شده با شیر کم‌چرب تلقیح شده و بر حسب درصد آب انار به‌ترتیب به صورت IPJ5، IPJ10 و IPJ15 کد گذاری شد. کلیه تیمارها در ظروف پلاستیکی به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر ریخته شد و در گرمخانه در دمای ۰/۵ ±٤۲ °C تا رسیدن به pH =٤/٦ قرار داده شدند. پس از رسیدن به pH مورد نظر، نمونه‌های ماست در سردخانه با دمای ۰/۱ ±٤ °C به مدت ۲۲ روز انبارمانی شد. آزمون‌های مورد نظر در روزهای اول، هشتم، پانزدهم و بیست – ودوم انبارمانی انجام گرفت.

آزمونهای فیزیکی شیمیایی

pH نمونه‌ها توسط دستگاه pH متر مدل (Metrohm، سوئیس) طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ تعیین شد. اسیدیته نمونه‌ها مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ (بی‌نام ۱۳۸۵) انجام شد . اسیدیته با تیتراسیون نمونه‌ها (۱۰ گرم نمونه ماست + ۱۰ میلی- لیتر آب‌مقطر) در حضور معرف فنل‌فتالئین با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ ارغوانی انجام شد و بر حسب درصد لاکتیک‌اسید محاسبه گردید. آزمون ماده‌خشک طبق استاندارد ۱۷۵۳ در آون ۱۰۰±۱°C انجام شد (بی‌نام ۱۳۸۷) و درصد ماده خشک از رابطه زیر محاسبه شد:

$$\%\text{ماده خشک} = \frac{\text{وزن ظرف} - \text{وزن نهایی}}{\text{وزن نمونه مرطوب}} \times 100$$

محتوای پروتئین ماست‌ها از روش تعیین ازت کل به روش کجلدال اندازه گیری شد (استاندارد AOAC ۱۹۹۰) و با استفاده از فرمول محاسبه شد:

$$\%\text{پروتئین} = \frac{N \times V \times 0.014 \times 6.25}{W} \times 100$$

که N نرمالیته اسید، Vحجم اسید مصرفی و W وزن نمونه است. نتیجه به دست آمده از فرمول در فاکتور تبدیل ضرب شد.

اندازه‌گیری چربی با استفاده از روش ژربر و طبق استاندارد ٦۹۵ (بی‌نام ۱۳۸٦) تعیین و بصورت درصد بیان شد، و برای تعیین ویسکوزیته نمونه‌ها از ویسکومتر بروکفیلد (مدل DVII ساخت آمریکا) در ٤°C با اسپیندل lv شماره ٤ با سرعت برشی ۱۰۰ دور در دقیقه استفاده شد (سی و همکاران ۲۰۱۹) . برای محاسبه میزان آب‌اندازی، ۲۵ گرم از نمونه ماست را با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ٤۳ و قیف داخل ارلن ریخته و بعد از ۲ ساعت در دمای یخچال آب جمع شده در ارلن توزین و درصد آب‌اندازی تعیین شد (آلکادامان و همکاران ۲۰۰۲). ظرفیت نگهداری آب با روش به کاررفته توسط ساهان و همکاران (۲۰۰۸) انجام شد، بطوریکه ۱۰ گرم ماست درون فالکون ریخته و در ۲۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شد، فاز رویی جدا گردید و رسوب ایجاد شده توزین و ظرفیت نگهداری آب با استفاده از فرمول زیرمحاسبه شد:

$$WHC = 1 - (W2/W1) \times 100$$

که W1 و W2 به ترتیب مربوط به وزن رسوب و وزن ماست است.

فعالیت آنتی اکسیدانی

فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره استخراج شده از ماست توسط ۱و۱ دی فنیل ۲-پیکریل هیدرازیل (DPPH) تعیین شد. ۲۵۰ میکرولیتر عصاره آبی ماست همگن‌شده به ۳ میلی لیترDPPH ۶۰ میکرومولار در اتانول اضافه شد. کاهش جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر تا زمانی که به یک عدد ثابت برسد خوانده شد. محلول بدون نمونه به عنوان شاهد در نظر گرفته شد (زین الدین و بابا ۲۰۰۹). درصد مهار رادیکال‌های آزاد طبق فرمول بدست آمد:

$$\text{میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی}(\%) = \frac{\text{جذب شاهد} - \text{جذب نمونه}}{\text{جذب شاهد}} \times 100$$

ویژگی‌های بافتی

اندازه‌گیری سفتی، چسبندگی، پیوستگی و کشسانی بافت نمونه‌ها طبق روش اکستروژن برگشتی با استفاده از دستگاه آنالیز بافت (Texture analyzer مدل TA.XT2 با cell Load ۵ کیلوگرمی) انجام گردید . پروب مورد استفاده در این آزمون از نوع استوانه‌ای آلومینیومی با قطر ۲۰ میلی‌متر بود. سرعت نفوذ پروب به داخل نمونه ۱ میلی‌متر در ثانیه و عمق نفوذ آن ۲۵ میلی‌متر بود (برنن و تودوریکا ۲۰۰۸).

ارزیابی حسی

ارزیابی خصوصیات حسی نمونه‌های ماست شامل عطر و طعم، بافت و قوام و پذیرش‌کلی با استفاده از آزمون هدونیک ۹ نقطه‌ای انجام گردید. بدین منظور ۱۱ نفر ارزیاب از بین مصرف کنندگان ماست سنین ۲۵-۴۰ سال انتخاب شدند. نمونه‌های ماست در ظرف‌های پلاستیکی که با کدهای ۳ رقمی مشخص بود به همراه آب در دمای ۱۸-۲۰°C در اختیار ارزیابان قرار گرفت. امتیازدهی از شماره ۱ تا ۹ (کمترین تا بیشترین امتیاز) را برای نمونه‌ها تعیین شد (واحدی و همکاران ۱۳۸۷).

تجزیه و تحلیل آماری: تولید تیمارهای ماست در طرح کاملا تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS Statistics IBM نسخه ۲۲ با سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد. با توجه به توزیع نرمال داده‌ها، برای آنالیز و مقایسه میانگین داده‌های هر تیمار با سایر تیمارها از آزمون آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه و در خصوص متغیرهایی که علاوه بر نوع تیمار، مدت ماندگاری نیز مد نظر بوده است از آزمون تحلیل واریانس دوطرفه استفاده شد. در هر دو مورد، از آزمون تعقیبی چنددامنه‌ای دانکن جهت مقایسه میانگین داده‌ها استفاده شد.

جدول ۱- ویژگی های شیمیایی شیرهای مورد استفاده و آب انار

Table 1. Chemical properties of used milk and pomegranate juice

Type	pH	Acidity	Dry matter	Fat	Protein	Brix
Whole milk	6.70±0.03	0.15±0.01	12.35±0.05	3.02±0.05	3.30±0.02	-
Low-fat milk	6.62±0.02	0.16±0.02	11.04±0.07	1.50±0.02	3.35±0.03	-
Pomegranate juice	3.61±0.02	1.34±0.01	-	-	1.26±0.01	15±0.2

Data are presented as mean±SD.

جدول ۲- مقادیرشیراستفاده شده، آب انارو اینولین در تولید نمونه های ماست

Table2. Used fat, pomegranate juice and inulin in the production of yoghurt samples

Sample code	Type of milk used	Inulin (%)	Pomegranate juice % (v/v)	Milk powder % (w/v)
C	Whole milk (3%)	0	0	2
CI	Low-fat milk (1.5%)	2	0	2
CIPJ5	Low-fat milk (1.5%)	2	5	2
CIPJ10	Low-fat milk (1.5%)	2	10	2
CIPJ15	Low-fat milk (1.5%)	2	Low-fat	2

C: control yoghurt, CI: inulin-containing control yoghurt, IPJ5: inulin-containing yoghurt + 5% pomegranate juice, IPJ10: inulin-containing yoghurt +10% pomegranate juice, IPJ15: inulin-containing yoghurt +15% pomegranate juice.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از آنالیز آزمون‌های فیزیکی شیمیایی نمونه‌های ماست در جدول ۳ نمایش داده شده است.

pH و اسیدیته

افزودن درصد آب انار باعث کاهش معنی‌دار میزان pH در تیمارهای ماست شد (p<۰/۰۵). همچنین با افزایش زمان انبارمانی مقادیر pH نمونه‌های ماست به صورت معنی‌داری کاهش یافت (p<۰/۰۵). از سوی دیگر، با توجه به تقابل pH و اسیدیته، با افزایش درصد آب‌انار اسیدیته در تیمارهای ماست به صورت معنی‌دار افزایش یافت (p<۰/۰۵)، و نمونه حاوی ۱۵٪ آب‌انار بیشترین اسیدیته را در مقایسه با سایر نمونه‌ها داشت. افزایش زمان نگهداری نیز منجر به افزایش معنی‌دار اسیدیته نمونه‌ها شد (p<۰/۰۵). ماهیت اسیدی آب انار مورد استفاده (دارای سیتریک اسید و مالیک اسید)، منجر به کاهش pH و افزایش اسیدیته در نمونه های حاوی آب انار در مقایسه با نمونه های شاهد شده است. هم‌راستا با نتایج حاضر، کاهش pH و افزایش اسیدیته در سایر نمونه‌های غذایی تیمار شده با آب انار نیز توسط محققان گزارش شده است (ریس و همکاران ۲۰۱۷ و اوزچلیک و همکاران ۲۰۲۱).

ویسکوزیته

افزودن آب انار منجر به کاهش ویسکوزیته نمونه‌های ماست در مقایسه با نمونه‌های شاهد شد. در بین تیمارهای دارای آب انار نیز، تیمار دارای ۱۵٪ آب انار دارای پایین‌ترین ویسکوزیته بود (p<۰/۰۵). افزودن آب انار همراه با ایجاد تغییرات در ساختار ژل ماست، باعث بازشدن شبکه ژلی ماست، تغییر موقعیت قرارگیری میسل‌های کازئین، کاهش کشش سطحی آنها و کاهش ویسکوزیته می‌شود (رفتنی امیری و همکاران ۱۳۹۲). از سوی دیگر، ویسکوزیته همه تیمارهای ماست با گذشت زمان انبارمانی به طور معنی‌داری کاهش یافت (p<۰/۰۵).

سینرزیس

مقایسه بین تیمارها نشان داد میزان آب‌اندازی نمونه‌ها با افزودن آب انار به طور معنی‌داری افزایش یافت. بطوریکه کمترین میزان آب‌اندازی در ماست شاهد و بیشترین میزان آب‌اندازی مربوط به نمونه حاوی ۱۵٪ آب انار بود (p<۰/۰۵). از سوی دیگر با گذشت زمان نگهداری میزان سینرزیس در نمونه ها نیز افزایش یافت (p<۰/۰۵)؛ افزایش درصد آب انار، همراه با کاهش ماده خشک، منجر به چروکیدگی ساختار سه‌بعدی شبکه پروتئینی، کاهش قدرت اتصال پروتئین های آب‌پنیر و افزایش خروج آن از ماتریکس ماست شد (اکبر و همکاران ۱۳۹۸). این مطالعه با تحقیق باجلان و همکاران (۱۳۹۵) در مورد استفاده از آب سیب در تولید ماست همسو است.

ظرفیت نگهداری آب

استفاده از درصدهای متفاوت آب‌انار تاثیر معنی‌داری روی ظرفیت نگهداری آب داشت (p<۰/۰۵). نمونه شاهد بالاترین ظرفیت نگهداری آب را دارا بود. اما با افزودن آب انار و با افزایش درصد آن، ظرفیت نگهداری کاهش یافت و مقدار ۲٪ اینولین استفاده‌شده نتوانست آب را در شبکه ژلی ماست نگه دارد. افزودن آب انار موجب اختلال در شبکه ژلی ماست، کاهش اتصال شبکه سرمی و کاهش ظرفیت نگهداری آب شد (اکبر و همکاران ۱۳۹۸). با افزایش زمان انبارمانی نیز کاهش معنی‌داری در این متغیر ایجاد شد (p<۰/۰۵).

خاصیت آنتی‌اکسیدانی

افزودن آب انار و اینولین سبب افزایش خاصیت آنتی-اکسیدانی نمونه‌های ماست شد (p<۰/۰۵)، بطوریکه ماست حاوی ۱۵ درصد آب انار دارای بیشترین خاصیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به سایر نمونه‌ها بود و خاصیت آنتی‌اکسیدانی نمونه شاهد اینولین‌دار نسبت به نمونه C تا حدود ۲ برابر افزایش یافت. آب انار دارای قدرت آنتی-اکسیدانی بالا به دلیل وجود ترکیبات فنلی انار ، مشتقات تانن و آنتوسیانین‌ها است (میرجلیلی ۱۳۹٤)، درصد

مهار رادیکالهای آزاد DPPH نمونه های شاهد و نمونه های حاوی آب اناردر طی زمان نگهداری کاهش معنی-داری داشت (p<۰/۰۵). گذشت زمان موجب تشکیل کمپلکس بین ترکیبات فنلی دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی با پروتئین های ماست گردیده و منجر به کاهش ویژگی آنتی‌اکسیدانی ترکیبات مذکور می‌شود (احمد و همکاران ۲۰۲۱).

هم راستا با تحقیق حاضر، نیک‌مرام و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند در نوشیدنی ماست دارای آب‌انار و اینولین، با افزایش درصد آب انار فعالیت آنتی‌اکسیدانی به طور قابل توجهی افزایش یافت و آب انار و اینولین اثر مثبت قابل توجهی بر میزان زنده‌مانی باکتری لاکتوباسیلوس کازئی در این نوشیدنی داشت (نیک‌مرام و همکاران ۲۰۱۵). در مطالعات دیگر نیز نشان داده شده ماست‌های حاوی بیشترین میزان آب انار، مقادیر بالاتری از ترکیبات فنلی و خواص آنتی‌اکسیدانی را در مقایسه با سایر نمونه‌ها و نمونه‌ی شاهد داشتند (p<۰/۰۵) (تریگروس و همکاران ۲۰۱٤ و حلیم و همکاران ۲۰۱۹) .

چربی، پروتئین و ماده خشک

نتایج حاصل از ۳ آزمون تعیین میزان ماده خشک، چربی و پروتئین در روز نخست انبارمانی در جدول ٤ آمده است. پر واضح است که افزودن آب انار سبب کاهش مقدار ماده خشک می شود ولی مقدار ماده خشک نمونه IPJ5 با نمونه‌های شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. از طرفی افزودن آب انار در مقادیر مختلف میزان چربی را کاهش داد (p<۰/۰۵). مقدار پروتئین بین تیمارها به لحاظ آماری متفاوت نبود.

جدول ۳- نتایج آزمونهای فیزیکو شیمیایی و مقدار آنتی اکسیدان نمونه های ماست

Table 3. The results of physicochemical analyses and antioxidant levels of yoghurt samples

The experiment	Day	Treatments				
		C	CI	IPJ5	IPJ10	IPJ15
pH	1	4.58 ± 0.00^{aA}	4.55 ± 0.01^{bA}	4.54 ± 0.01^{bA}	4.51 ± 0.03^{cA}	4.48 ± 0.04^{dA}
	8	4.54 ± 0.00^{aB}	4.51 ± 0.00^{bB}	4.50 ± 0.01^{bB}	4.48 ± 0.05^{cB}	4.46 ± 0.07^{dB}
	15	4.51 ± 0.00^{aC}	4.47 ± 0.00^{bC}	4.43 ± 0.01^{cC}	4.40 ± 0.04^{dC}	4.39 ± 0.05^{eC}
	22	4.47 ± 0.00^{aD}	4.43 ± 0.01^{bD}	4.37 ± 0.00^{cD}	4.32 ± 0.01^{dD}	4.29 ± 0.01^{eD}
Acidity (% LA)	1	0.70 ± 0.02^{dD}	0.73 ± 0.01^{cD}	0.75 ± 0.01^{bcD}	0.78 ± 0.00^{abD}	0.81 ± 0.01^{aD}
	8	0.73 ± 0.01^{dC}	0.76 ± 0.01^{cC}	0.78 ± 0.01^{bcC}	0.81 ± 0.01^{bC}	0.85 ± 0.01^{aC}
	15	0.77 ± 0.02^{dB}	0.81 ± 0.01^{cB}	0.82 ± 0.02^{cB}	0.85 ± 0.02^{bB}	0.89 ± 0.01^{aB}
	22	0.83 ± 0.02^{dA}	0.85 ± 0.01^{cdA}	0.87 ± 0.03^{cA}	0.90 ± 0.03^{bA}	0.94 ± 0.03^{aA}
Viscosity	1	3045.64 ± 20.10^{aA}	2964.42 ± 32.40^{bA}	2264.20 ± 84.48^{cA}	2100.83 ± 51.10^{dA}	1455.51 ± 40.10^{eA}
	22	2690.49 ± 32.20^{aB}	2461.78 ± 31.10^{bB}	1770.82 ± 20.00^{cB}	1590.96 ± 31.10^{dB}	1103.21 ± 34.60^{eB}
Syneresis (%)	1	6.78 ± 0.02^{eD}	8.43 ± 0.02^{dD}	11.31 ± 0.17^{cD}	14.30 ± 0.02^{bD}	20.90 ± 2.01^{aD}
	8	15.39 ± 0.23^{eC}	17.94 ± 0.03^{dC}	18.67 ± 0.06^{cC}	19.26 ± 0.04^{bC}	23.74 ± 0.18^{aC}
	15	20.62 ± 0.16^{eB}	21.37 ± 0.04^{dB}	23.11 ± 0.04^{cB}	24.15 ± 0.06^{bB}	27.76 ± 0.05^{aB}
	22	24.28 ± 0.03^{eA}	26.36 ± 0.08^{dA}	30.13 ± 0.19^{cA}	34.87 ± 1.04^{bA}	38.21 ± 1.06^{aA}
Water holding capacity (%)	1	58.83 ± 0.03^{aA}	56.10 ± 0.05^{bA}	56.41 ± 0.03^{bA}	51.78 ± 1.02^{cA}	47.19 ± 1.05^{dA}
	8	54.14 ± 0.09^{aB}	52.67 ± 0.05^{bB}	51.44 ± 0.03^{bB}	47.52 ± 1.13^{cB}	41.73 ± 2.06^{dB}
	15	51.62 ± 0.07^{aC}	49.23 ± 0.04^{bB}	48.29 ± 0.01^{bC}	43.46 ± 0.02^{cC}	38.26 ± 0.46^{dC}
	22	47.81 ± 0.09^{aD}	42.25 ± 0.49^{bC}	40.37 ± 0.01^{cD}	38.18 ± 0.02^{dD}	33.39 ± 0.66^{eD}
Antioxidant Capacity	1	1.07 ± 0.01^{dA}	2.25 ± 0.01^{dA}	11.07 ± 1.42^{cA}	16.58 ± 1.01^{bA}	25.15 ± 1.23^{aA}
	8	1.05 ± 0.02^{dA}	2.12 ± 0.06^{dAB}	10.57 ± 1.05^{cB}	16.15 ± 1.02^{bAB}	24.96 ± 1.27^{aAB}
	15	1.02 ± 0.02^{dB}	2.05 ± 0.03^{dB}	10.10 ± 1.28^{cC}	15.59 ± 2.05^{bB}	24.68 ± 2.19^{aB}
	22	1.00 ± 0.01^{dB}	2.02 ± 0.01^{dB}	9.23 ± 1.03^{cD}	14.01 ± 2.01^{bC}	22.34 ± 3.01^{aC}

Data are presented as mean±SD, Different lowercase letters indicate significant differences between treatments and control samples (p<0.05), while uppercase letters indicate significant differences in storage days (p<0.05).

جدول ۴- نتایج آزمونهای پروتئین، چربی و ماده خشک تیمارهای ماست

Table 4. The results of protein, fat and dry matter analyses of yoghurt samples

The experiment	Day	Treatments				
		C	CI	IPJ5	IPJ10	IPJ15
Protein	1	3.81±0.01^{a}	3.83±0.03^{a}	3.81±0.01^{a}	3.79±0.03^{a}	3.78±0.03^{a}
Fat	1	3.02±0.02^{a}	1.52±0.07^{b}	1.49±0.04^{b}	1.44±0.08^{c}	1.41±0.02^{c}
Dry matter	1	18.19±0.77^{a}	17.81±0.47^{a}	17.68±0.29^{a}	15.28±0.86^{b}	13.53±0.14^{c}

Data are presented as mean±SD, Different lowercase letters indicate significant differences between treatments and control samples ($p<0.05$).

جدول ۵- نتایج آزمونهای بافتی تیمارهای ماست

Table 5. The results of texture analysis of yoghurt samples

The experiment	Day	Treatments				
		C	CI	IPJ5	IPJ10	IPJ15
Hardness	1	0.03±0.00^{aA}	0.03±0.00^{aA}	0.03±0.00^{aA}	0.02±0.01^{aA}	0.01±0.01^{bA}
	22	0.03±0.01^{aA}	0.03±0.01^{aA}	0.02±0.01^{abA}	0.02±0.01^{abA}	0.01±0.00^{bA}
Springiness	1	3.28±0.03^{aA}	1.12±0.06^{dA}	2.32±0.02^{cA}	2.76±0.07^{bA}	2.75±0.03^{bA}
	22	2.51±0.02^{aB}	0.71±0.03^{dB}	2.09±0.01^{cB}	2.38±0.03^{bB}	2.49±0.03^{aB}
Cohesiveness	1	0.52±0.01^{dB}	0.42±0.01^{eB}	0.85±0.01^{aB}	0.72±0.01^{bB}	0.63±0.01^{cB}
	22	0.74±0.03^{cA}	0.56±0.01^{dA}	0.95±0.04^{aA}	0.80±0.01^{bA}	0.72±0.01^{cA}
Adhesiveness	1	0.04±0.04^{bcA}	0.06±0.05^{aB}	0.05±0.01^{bA}	0.03±0.00^{cdA}	0.02±0.00^{dA}
	22	0.04±0.07^{bA}	0.08±0.02^{aA}	0.03±0.01^{cA}	0.02±0.01^{dB}	0.01±0.01^{dA}

Data are presented as mean±SD, Different lowercase letters indicate significant differences between treatments and control samples ($p<0.05$), while uppercase letters indicate significant differences in storage days ($p<0.05$).

ارزیابی خواص بافتی

نتایج آزمون‌های بافتی در جدول ٥ نمایش داده شده است. با افزودن مقادیر آب انار میزان پیوستگی و چسبندگی نمونه‌ها به‌طور معنی‌دار کاهش یافت (p<۰/۰۵). در بین تیمارها، نمونه شاهد تهیه شده با شیر کامل، بالاترین میزان کشسانی را داشت، و تیمارهای IPJ10 و IPJ15 دارای نزدیکترین میزان کشسانی با نمونه C بودند. این تغییرات حاکی از تاثیر آب انار بر ساختار ژله‌ای و پروتئینی ماست است که نیروی جاذبه بین ذرات را کاهش می‌دهد (بهنیا و همکاران ۱۳۹۳). افزودن آب انار در مقادیر بالا سبب تغییر در موقعیت قرارگیری میسل‌های کازئین و باز شدن شبکه ژلی ماست شده (اکبر و همکاران، ۱۳۹۸) و در پارامتر سختی IPJ15 با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری ایجاد کرد (p<۰/۰۵). پارامتر کشسانی و پیوستگی در روز ۲۲ با روز نخست تفاوت معنی‌داری داشت (p<۰/۰۵) که این تغییرات با مطالعات اکبر و همکاران ۱۳۹۸ در تولید ماست قالبی با شیره خرما همسو است.

ارزیابی خواص حسی

جدول ٦ نتایج ارزیابی خواص حسی تیمارهای مختلف ماست را طی زمان نگهداری نشان می‌دهد. طبق تجزیه و تحلیل آماری، در هر سه پارامتر اختلاف آماری معنی‌داری بین نمونه‌ها بود (p<۰/۰۵) و همچنین مقبولیت نمونه‌ها در طی دوره نگهداری روند کاهشی داشت. در ارزیابی بافت و قوام، بیشترین امتیاز مربوط به نمونه CI بود و بهترین امتیاز بافت و قوام در نمونه های حاوی آب انار مربوط به نمونه IPJ5 بود. بدین‌ترتیب می توان اینطور نتیجه گرفت که مقادیر بالای آب انار می تواند منجر به سست شدن ساختار شبکه پروتئینی و تغییرات نامطلوب در قوام و بافت ماست گردیده است (هارت و همکاران ۲۰۰۳). اما افزودن آب انار سبب بهبود پارامتر عطر و طعم شد (p<۰/۰۵) و نمونه CI کمترین امتیاز را

در ارزیابی عطر و طعم داشت. نتایج حاصل از آنالیز داده‌های مربوط به مطلوبیت کلی نمونه ها نشان داد که تیمارهای IPJ5 و IPJ10 بیشترین پذیرش را برای ارزیابان داشت و IPJ15 کمترین مطلوبیت را داشت.

در مطالعه پان و همکاران (۲۰۱۹) با افزایش سطح جایگزینی پودر آب انار به ماست قالبی، مطلوبیت کلی ، بافت و طعم و رنگ نمونه ها بهبود یافت ($p<0/05$)، این اعتقاد وجود دارد که فنولیک‌ها به شکل‌گیری ویژگی‌های حسی محصولات غذایی کمک می کنند ولی تغییرات در بافت و قوام ماست حاوی پودر آب انار ناشی از تاثیرات آن بر پروتئین‌های ماست بود که سطح آب آزاد کمتری با خاصیت ویسکوالاستیک بهتری ایجاد کرد و افزودن ٪۵ پودر آب انار پتانسیل بهبود ویژگی‌های کیفی ماست را به عنوان جایگزینی ساکاروز در ماتریس تخمیر دارا بود (پان و همکاران ۲۰۱۹). در مطالعه حاضر، به علت استفاده از آب انار، تاثیرات خوب بافتی در درصدهای بالای آب انار مشاهده نشد وفقط میکروکریستال‌های اینولین در ۵٪ درصد آب انار توانستند ساختار مناسب و نرمی را در ماست ایجاد کنند، و همسو با مطالعه پان و همکاران (۲۰۱۹) پارامتر عطر و طعم و مطلوبیت کلی بهبود یافت. تریگوروس و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان دادند افزودن آب انار تا ٤٠٪ به ماست قالبی کم‌چرب می‌تواند سبب بهبود ویژگی‌های حسی محصول گردد (تریگروس و همکاران ۲۰۱۲). انبارمانی و گذشت زمان اثر منفی بر تمامی ویژگی‌های حسی تیمارها داشت ($p<0/05$)، که این عدم مطلوبیت ناشی از تغییرات pH و اسیدیته، افزایش آب‌اندازی، کاهش ویسکوزیته و کاهش ظرفیت نگهداری آب می‌باشد (زاره و همکاران ۲۰۱۱) .

جدول ۶- نتایج آزمونهای حسی تیمارهای ماست

Table 4. The results of sensorial analyses of yoghurt samples

The experiment	Day	Treatments				
		C	CI	IPJ5	IPJ10	IPJ15
Texture and consistency	1	8.48 ± 0.01^{bA}	8.61 ± 0.06^{aA}	7.29 ± 0.03^{cA}	6.61 ± 0.02^{dA}	5.06 ± 0.04^{eA}
	8	7.97 ± 0.16^{aB}	8.01 ± 0.06^{aB}	6.89 ± 0.02^{bB}	5.48 ± 0.01^{cB}	3.24 ± 0.12^{dB}
	15	7.26 ± 0.03^{bC}	8.00 ± 0.03^{aC}	6.16 ± 0.02^{cC}	4.48 ± 0.02^{dC}	2.96 ± 0.06^{eC}
	22	6.16 ± 0.03^{bD}	7.91 ± 0.03^{aD}	5.24 ± 0.02^{cD}	4.16 ± 0.04^{dD}	2.34 ± 0.02^{eD}
Odor and taste	1	5.34 ± 0.01^{cA}	5.24 ± 0.01^{cA}	8.63 ± 0.02^{aA}	8.58 ± 0.01^{abA}	8.56 ± 0.02^{bA}
	8	5.22 ± 0.02^{cdA}	5.18 ± 0.03^{dB}	6.37 ± 0.09^{aB}	5.94 ± 0.04^{bB}	5.30 ± 0.07^{cB}
	15	3.70 ± 0.54^{bcB}	4.15 ± 0.04^{bD}	5.25 ± 0.02^{aC}	4.12 ± 0.01^{bC}	3.46 ± 0.00^{cC}
	22	4.28 ± 0.01^{bC}	4.25 ± 0.01^{bC}	4.47 ± 0.03^{aD}	3.18 ± 0.04^{cD}	2.38 ± 0.01^{dD}
Overall acceptability	1	8.59 ± 0.05^{bA}	8.44 ± 0.02^{cA}	8.84 ± 0.03^{aA}	8.76 ± 0.05^{aA}	7.69 ± 0.09^{dA}
	8	6.18 ± 0.04^{bB}	6.27 ± 0.02^{bB}	6.48 ± 0.08^{aB}	5.76 ± 0.03^{cB}	5.36 ± 0.07^{dB}
	15	5.69 ± 0.09^{aC}	5.24 ± 0.14^{bC}	5.36 ± 0.03^{bC}	5.48 ± 0.06^{aC}	4.63 ± 0.05^{cC}
	22	5.37 ± 0.00^{aD}	5.16 ± 0.05^{bD}	5.09 ± 0.09^{bD}	4.18 ± 0.06^{cD}	3.16 ± 0.04^{dD}

Data are represented as mean±SD. Different lowercase letters indicate significant differences between treatments and control samples ($p<0.05$), while uppercase letters indicate significant differences in storage days ($p<0.05$).

نتیجه گیری

در این مطالعه، اثر افزودن آب انار در سه نسبت متفاوت به ماست کم‌چرب اینولین‌دار بررسی شد و نتایج به دست آمده با ماست کم‌چرب اینولین‌دار و ماست تهیه شده با شیر ۳٪ چربی مقایسه شد. نتایج نشان داد افزودن آب انار به ماست اینولین‌دار سبب کاهش معنی‌دار pH، ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب و افزایش معنی‌دار میزان اسیدیته و مقدار آب‌اندازی نمونه‌ها شد ($p<0/05$). افزایش زمان ماندگاری نیز سبب کاهش pH ، ویسکوزیته و ظرفیت نگهداری آب و افزایش میزان اسیدیته و آب اندازی نمونه‌ها شد ($p<0/05$). خاصیت آنتی‌اکسیدانی با افزایش میزان آب انار به صورت خطی

افزایش یافت بطوریکه بیشترین خواص آنتی‌اکسیدانی مربوط به نمونه ماست با ۱۵٪ آب انار بود و با افزایش زمان ماندگاری، از خواص آنتی‌اکسیدانی نمونه ها به طور معنی‌داری کاسته شد ($p<0/05$). به لحاظ تغییرات بافتی، میزان سختی، پیوستگی و چسبندگی نمونه‌های دارای آب انار با افزایش درصد آب انار کاهش یافت، بطوریکه ماست ۱۵٪ دارای کمترین مقادیر بود. بر اساس نظر ارزیابان حسی نمونه‌های حاوی ۵ و ۱۰٪ آب انار از عطر و طعم و مطلوبیت کلی بهتری نسبت به نمونه‌های شاهد برخوردار بودند. بنابراین، با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون‌های فیزیکی شیمیایی، بافتی و حسی، تیمار دارای ۵٪ آب انار در بین تیمارهای حاوی آب انار به عنوان برترین تیمار شناخته شد.

منابع مورد استفاده

بی‌نام، ۱۳۸۲، استاندارد ملی ایران شماره ٦٩٥، ماست- ویژگیها و روشهای آزمون، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی.

بی نام، ۱۳۸۵،استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲ ، شیر و فراورده های آن- تعیین اسیدیته وpH ، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی.

بی‌نام، ۱۳۸۷،استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۳۲۸ ، شیر، خامه و شیر تبخیر شده- اندازه گیری ماده خشک کل، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی.

اکبر ر، سلطانی م و مصلحی‌شاد م، ۱۳۹۸. تاثیر استفاده از شیره خرما بر ویژگی‌های کیفی ماست بدون چربی، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۹(٤)، ۲۰۱-۲۱۵.

باجلان س، مظاهری اف و مستقیم ت، ۱۳۹۵. بهینه سازی متغیرها و ویژگیهای فیزیکوشیمیایی، جریانی و حسی ماست حاوی آب سیب با استفاده از روش سطح پاسخ، نشریه تکنولوژی غذا و تغذیه، ۱۵(۱)، ۷۸-۱۰۰.

بهنیا آ، کاراژیان ح، نیازمند ر و محمدی نافچی ع،۱۳۹۳. تاثیر صمغ دانه شاهی بر خواص رئولوژیکی و بافتی ماست کم چرب، نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، ۳(۳)، ۲۵۵- ۲٦٦.

رفتنی امیری ز، محمودی مج و علیمی م، ۱۳۹۲. تاثیر مالتودکسترین به عنوان جایگزین چربی بر روی کیفیت ماست بدون‌چربی، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۳(۱)، ۱۳۳- ۱٤۲.

فرح بخش م و روفه‌گری‌نژاد ل، ۱٤۰۰. بررسی ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی و آنتی‌اکسیدانی ماست موسیر پروبیوتیک غنی شده با اینولین، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۳۱(۱)، ۱۲۹-۱٤۱.

میرجلیلی سع، ۱۳۹٤. مروری بر ترکیبات بیوشیمیایی و خواص دارویی انار، فصلنامه گیاهان دارویی، ۱٤(٥٦)، ۱-۲۲.

واحدی ن، مظاهری تهرانی م و شهیدی ف، ۱۳۸۷. بهینه سازی فرمولاسیون ماست میوه ای و بررسی کیفیت آن در طی زمان نگهداری، نشریه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۵(٦)، ۱۷٦-۱۸۷.

Ahmed IA, Alqah HA, Saleh A, Al-Juhaimi FY, Babiker EE, Ghafoor K, Hassan AB, Osman MA and Fickak A, 2021. Physicochemical quality attributes and antioxidant properties of set-type yoghurt fortified with argel (Solenostemma argel Hayne) leaf extract. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie 137: 110389.

Ali H, 2016. Influence of pomegranate (*Punica granatum*) as phytochemical rich components on yoghurt drink characteristics. Middle East Journal of Applied Sciences 6 (1): 23-26.

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. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie 36(4): 407-414.

Arjmand A, 2011. Antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum L.*) polyphenols and their stability in probiotic yoghurt, Doctoral dissertation, Food Technology, RMIT University.

Bhandari PR, 2012. Pomegranate (*Punica granatum L*). Ancient seeds for modern cure? Review of potential therapeutic applications. International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases 2(3): 171.

Brauss MS, Linforth RS, Cayeux I, Harvey B and Taylor AJ, 1999. Altering the fat content affects flavor release in a model yoghurt system. Journal of Agricultural and Food Chemistry 47(5): 2055-2059.

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 betaglucan, Guar gum and inulin. International Journal of Food Science and Technology 43: 824-833.

Chen M, Li Y, Sun Q, Pan A, Manson JE, Rexrode KM, Willett WC, Rimm EB and Hu FB, 2016. Dairy fat and risk of cardiovascular disease in 3 cohorts of US adults. The American Journal of Clinical Nutrition 104(5):1209-17.

Fernandez MA and Marette A, 2017. Potential Health benefits of combining yoghurt and fruits based on their probiotic and prebiotic properties. Advances in Nutrition 8(1): 155S-164S.

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

Hallim AM, Rabie A, El-Shewey MA and Abdel-Ghany A S, 2019. Evaluation of physico-chemical properties and antioxidant activity of stirred yoghurt fortified with pomegranate and cactus pear juices. Zagazig Journal of Agricultural Research 46(6): 1995-2008.

Harte F, Luedecke L, Swanson B and Barbosa-Canovas G, 2003. Low-fat set yoghurt made from milk subjected to combinations of high hydrostatic pressure and thermal processing. Journal of Dairy Science 86(4): 1074-1082.

Ibrahim A, Awad S and El-Sayed M, 2020. Impact of pomegranate peel as prebiotic in bio-yoghurt. British Food Journal 122(9): 2911-2926.

Kinoshita T, Maruyama K, Suyama K, Nishijima M, Akamatsu K, Jogamoto A, Katakami K and Saito I, 2019. The effects of OLL1073R-1 yoghurt intake on influenza incidence and immunological markers among women healthcare workers: a randomized controlled trial. Food & Function 10 (12): 8129-8136.

Kruse HP, Kleessen B and Blaut M 1999. Effects of inulin on faecal bifidobacteria in human subjects. British Journal of Nutrition 82(5): 375-382.

Lees RS. Omega-3 fatty acids in health and disease. CRC Press; 2020 Jul 24.

Mckinley MC, 2005. The nutrition and health benefits of yoghurt. International Journal of Dairy Technology 58(1): 1-12.

Meydani SN and Ha W-K, 2000. Immunologic effects of yoghurt. The American Journal of Clinical Nutrition 71(4): 861- 872.

Nikmaram P, Mousavi S Emam-Djomeh M, Kiani H and Razavi SH, 2015. Evaluation and prediction of metabolite production, antioxidant activities, and survival of Lactobacillus casei 431 in a pomegranate juice supplemented yoghurt drink using support vector regression. Food Science and Biotechnology 24(6): 2105-2112.

Ohr LM, 2004. Nutraceuticals and functional foods. Food Technology 58: 71-75.

Ozcelik F, Akan E and Kinik O, 2021. Use of cornelian cherry, hawthorn, red plum, roseship and pomegranate juices in the production of water kefir beverages. Food Bioscience 42: 101219.

Pan L-H, Liu F, Luo S-Z and Luo J-P, 2019. Pomegranate juice powder as sugar replacer enhanced quality and function of set yoghurts: Structure, rheological property, antioxidant activity and in vitro bioaccessibility. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie 115: 108479.

Paseephol T, Small DM and Sherkat F, 2008. Rheology and texture of set yoghurt as affected by inulin addition. Journal of Texture Studies 39(6):617-34.

Pimentel TC, Cruz AG and Prudencio SH, 2013. Influence of long-chain inulin and Lactobacillus paracasei subspecies paracasei on the sensory profile and acceptance of a traditional yoghurt. Journal of Dairy Science 96(10):6233-6241.

Reis F, Alcaire F, Deliza R and Ares G, 2017. The role of information on consumer sensory, hedonic and wellbeing perception of sugar-reduces products: case study with orange/pomegranate juice. Food Quality and Preference. 62: 227-236.

Romeih EA, Abdel-Hamid M and Awad AA, 2014. The addition of buttermilk powder and transglutaminase improves textural and organoleptic properties of fat-free buffalo yoghurt. Dairy Science & Technology 94(3): 297-309.

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

Sanchez-Segarra P, García-Martínez M, Gordillo-Otero M, Díaz-Valverde A, Amaro-Lopez M and Moreno-Rojas R, 2000. Influence of the addition of fruit on the mineral content of yoghurts: nutritional assessment. Food Chemistry 71(1): 85-89.

Say D, Soltani M and Guzeler N, 2019. Physical, chemical, and microstructural properties of nonfat yoghurts fortified with the addition of tara gum alone or in combination with buttermilk powder. Journal of Food Processing and Preservation 43(11): e14217.

Sołowiej B, Glibowski P, Muszyński S, Wydrych J, Gawron A and Jeliński T, 2015. The effect of fat replacement by inulin on the physicochemical properties and microstructure of acid casein processed cheese analogues with added whey protein polymers. Food Hydrocolloids 44: 1-11.

Trigueros L, Viuda-Martos M, Perez-Alvarez J and Sendra E, 2012. Low fat set yoghurt rich in pomegranate juice: a new antioxidant dairy product. Milchwissenschaft 67(2): 177-180.

Trigueros L, Wojdyło A and Sendra E, 2014. Antioxidant activity and protein–polyphenol interactions in a pomegranate (*Punica granatum L.)* yoghurt. Journal of Agricultural and Food Chemistry 62(27): 6417-6425.

Vučić V, Grabež M, Trchounian A and Arsić A, 2019. Composition and potential health benefits of pomegranate: a review. Current Pharmaceutical Design 25(16): 1817-1827.

Wallace TC and Giusti MM, 2008. Determination of color, pigment, and phenolic stability in yoghurt systems colored with nonacylated anthocyanins from Berberis boliviana L. as compared to other natural/synthetic colorants. Journal of Food Science 73(4): C241-C248.

Wu S and Tian L, 2017. Diverse phytochemicals and bioactivities in the ancient fruit and modern functional food pomegranate (Punica granatum). Molecules 22(10): 1606.

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

Zainoldin KH and Baba AS, 2009. The effect of Hylocereus polyrhizus and Hylocereus undatus on physicochemical, proteolysis, and antioxidant activity in yoghurt. World Academy of Science, Engineering and Technology 76:361-36.

Zimeri J and Kokini J, 2003. Rheological properties of inulin–waxy maize starch systems. Carbohydrate Polymers 52(1): 67-85.

Journal of Food Research, 2023,33(2):1-13
https://foodresearch.tabrizu.ac.ir
OPEN ACCESS

© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
This is an open access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/)
DOI: 10.22034/FR.2022.47607.1804

The effect of using pomegranate juice (*Punica granatum L.*) on physicochemical, textural and sensory properties of low-fat yoghurt manufactured with inulin

M Keshvarzad[1], MS Mojani-Qomi[2,3*] and M Soltani[2.3]

Received: August 26, 2021 Accepted: December 3, 2022
[1]Msc Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Pharmacy, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Pharmacy, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[3]Assistant Professor, Nutrition and Food Sciences Research Center, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran
*Corresponding author: Email: mojani@iaups.ac.ir

Introduction: Yoghurt is an excellent source of high-quality protein, vitamins, and bioavailable minerals that are well tolerated by humans (Mckinley, 2005). A good quality yoghurt is usually made with whole milk, while a diet rich in animal fat is believed to be associated with health outcomes (Lees, 2020). According to previous prospective studies, replacing dairy fat with plant sources of fat may reduce the risk of cardiovascular disease (lee al. 2016). Therefore, as an alternative, special attention has been paid to the use of fat replacers to meet consumer demand in terms of nutritional value and high-quality products. Inulin, a plant-source prebiotic, is used as a fat substitute in dairy products that can maintain sensory properties (Guven et al. 2005). On the other hand, the addition of pulp and fruit juice may be useful in enhancing the lost flavor and color in dairy products (Wallace and Giusti, 2008). Fruit-flavored yoghurts had notably higher nutrient contents than plain yoghurt (Sanchez-Segarra et al., 2000). Pomegranate juice is a rich source of various plant chemicals with antioxidant and anti-inflammatory properties that can be added to yoghurt to increase its flavor and nutritional properties (Vučić et al. 2012). Trigueros et al. (2014) examined the antioxidant and polyphenolic activity of pomegranate yoghurt and stated that the phenolic contents of pomegranate not only had a positive effect on yoghurt color but also reacted with the protein and enhanced the antioxidant activity of the yoghurt during storage. Similarly, there are different bodies of works in the literature on adding pomegranate juice, peel and extracts to dairy products (Arjmand 2011, Ali 2016 and Ibrahim et al. 2020), but virtually no published work has been found on producing low-fat yoghurt containing both fat replacer and pomegranate juice. Therefore, considering the need to produce healthy dairy products, this study was designed to investigate the effect of different amounts of pomegranate juice on the physicochemical, textural and sensory characteristics of low-fat yoghurt with 2% inulin

Material and methods: In this research, two control samples with whole milk (3% fat) and low-fat milk (1.5% fat) with 2% inulin were prepared separately. Then, three other yoghurt samples were

produced with low-fat milk and 2% inulin by adding pomegranate juice at different concentrations of 5, 10 and 15% (v/v) in 3 replications. To achieve acceptable solid content and for improving the gel firmness and consistency of the samples, the raw milk was concentrated with adding 2% of skim milk powder. All mixtures were pasteurized at 90°C for 5 min, cooled to 43±0.1°C, inoculated with 3% (w/v) of starter culture and distributed into plastic containers (100 ml), and incubated at 42±0.1°C until the pH reached 4.6. Then the samples were refrigerated at 4±0.1°C for 22 days. The physicochemical, textural (hardness, springiness, cohesiveness and adhesiveness) and sensory properties of the treatments were evaluated on days 1, 8, 15 and 22**.**

Results and discussion: Based on data analysis, by adding pomegranate juice, the pH, viscosity and water holding capacity of samples decreased ($p<0.05$), and the acidity and synersis of the samples increased ($p<0.05$). As the yoghurt sample containing 5% pomegranate juice had the lowest synersis and the highest water-holding capacity among yoghurts containing pomegranate juice. Increasing the percentage of pomegranate juice linearly raised the antioxidant properties ($p<0.05$); the highest antioxidant capacity belonged to the yoghurt sample with 15% pomegranate juice. The amount of protein in the samples did not change significantly, but with the increase in the amount of pomegranate juice, the amount of fat and dry matter decreased ($p<0.05$). Regarding the texture analysis, the addition of pomegranate juice percentage significantly reduced the hardness, adhesiveness and cohesiveness values of the samples. ($p<0.05$). In terms of sensory evaluation, odor and flavor, as well as overall acceptability, were improved by increasing the pomegranate juice ratio ($p<0.05$). In this context, the texture and consistency did not improve well with the increase in the percentage of the juice. Increasing the storage time caused a decrease in the pH, viscosity and water-holding capacity of the yoghurt samples and increased the acidity and synersis value compared to the control samples ($p<0.05$). Also, a significant decrease in the antioxidant capacity of all samples was observed during storage ($p<0.05$). As expected, consistency and texture, smell and taste, and overall acceptability scores decreased by panelists on day 22.

Conclusion: In the current work, different amounts of pomegranate juice were added to low-fat yoghurt containing 2% inulin. Our findings showed that pomegranate juice can be used in certain quantities to produce flavored low-fat yoghurt. Totally, the best sensory properties were related to the samples containing 5% pomegranate juice; this sample had reasonable antioxidant activity. Regarding physio-chemical properties, this sample also had the highest value of viscosity and water-holding capacity among the yoghurts manufactured with pomegranate juice. The texture of low-fat yoghurt containing 5% pomegranate juice had the highest hardness and adhesiveness compared to the control yoghurt with whole milk. So, based on the results, it can be concluded that low-fat flavored yoghurt with inulin and 5% pomegranate juice (w/w) can be commercially produced.

Keywords: Antioxidant capacity, Low-fat yoghurt, Pomegranate juice, Sensory properties, Text