تحقیقات مهندسی صنایع غذایی/جلد ۱۹/ شماره ٦٨/بهار و تابستان ۱۳۹۹/ص ٦٤-۳۵

سایت مجله: https://fooder.areeo.ac.ir

نوع مقاله: علمی- پژوهشی

بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی بستنی غنی‌شده با فیتواسترول

محمد امین زارعی[۱]، رضوان پور احمد [۲*] و مهناز هاشمی روان[۳]

۱، ۲ و ۳- بـه ترتیـب: دانشـجوی کارشناسـی ارشـد؛ دانشـیار؛ و اسـتادیار گـروه علـوم و صـنایع غـذایی، دانشـکده کشـاورزی، واحـد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

تاریخ دریافت:۹۷/۱۰/۶ ؛ تاریخ پذیرش:۹۹/۱/۲۰

چکیده

بستنی یک دسر لبنی است کـه ارزش تغذیـه‌ای بـالایی دارد. هـدف از ایـن تحقیـق، غنـی‌سـازی بسـتنی بـا فیتواسـترول و تولیـد محصـولی فراسـودمند اسـت. مقـادیر مختلـف فیتواسـترول (۱، ۲، ۳ و ٤ درصـد) بـرای غنـی‌سـازی بسـتنی اضـافه شـد. نمونـه‌هـای بسـتنی بـه مـدت ٦۰ روز در دمـای ۱۸- درجـه سلسـیوس نگهـداری شـدند. ویژگـی‌هـای فیزیکوشـیمیایی (اسـیدیته، مـواد جامـد کـل، افـزایش حجـم، ویسـکوزیته و مقاومـت بـه ذوب) و کیفیـت حسـی (طعـم، بافت، رنگ و پذیرش کلی) نمونه‌ها بررسی شـد. نتـایج بررسـی‌هـا نشـان داد کـه بـا افـزایش مقـدار فیتواسـترول، مقـادیر اسـیدیته، چربـی، مـواد جامـد کـل، افـزایش حجـم، ویسـکوزیته و مقاومـت بـه ذوب در بسـتنی افـزایش معنـی‌داری ($p<0.05$) پیـدا مـی‌کنـد. افـزودن فیتواسـترول موجـب کـاهش امتیـاز پـذیرش کلـی ($p<0.05$) در نمونـه‌هـای آزمایشـی نسـبت بـه شـاهد گردیـد. طـی زمـان نگهـداری مقـادیر اسـیدیته، ویسـکوزیته و مقاومـت بـه ذوب نمونـه‌هـا بـه‌طـور معنـی‌داری افـزایش ($p<0.05$) و امتیـاز پـذیرش کلـی کـاهش یافـت. بسـتنی حـاوی ٤ درصـد فیتواسـترول بـا توجـه بـه میزان چربی، مقاومت به ذوب، افزایش حجم و ویسـکوزیته بـه‌عنـوان تیمـار برتـر انتخـاب گردیـد کـه البتـه مـی‌تـوان بـا به‌کارگیری مواد طعم‌دهنده، امتیاز پذیرش کلی حسی این محصول فراسودمند را بالا برد.

واژه‌های کلیدی

بستنی، غنی‌سازی، فراسودمند، فیتوکمیکال

مقدمه

محصـولات لبنـی یکـی از پـنج گـروه مهـم غـذایی و تأمین‌کننده بخـش مهمـی از مـواد مغـذی ضـروری بـدن بـرای تمـامی گـروه‌هـای سـنی هسـتند. ایجـاد تنـوع در محصـولات لبنـی بـه منظـور تـأمین ذائقـه و افـزایش مصـرف آن در حـال افـزایش اسـت. بسـتنی فـرآورده منجمـدی اسـت کـه از شـیر یـا محصـولات شـیری بـا افـزودن سـایر ترکیبـات از قبیـل مـواد شـیرین‌کننـده، پایدارکننـده، امولسـیفایر و مـواد مولـد عطر و طعم به دست می‌آید (ISIRI, 2008).

فیتواسـترول‌هـا (اسـترول‌هـای گیـاهی) ترکیبـاتی هسـتند کـه بـه طـور طبیعـی در گیاهـان وجـود دارنـد و سـاختمانی مشـابه کلسـترول دارنـد. محصـولات گیـاهی مانند دانه‌های کتـان، کنجـد، بـادام زمینـی، بـادام، فنـدق و جوانـه گنـدم دارای فیتواسـترول هسـتند. فیتواسـترول ها بـه صـورت پـودر سـفید، انحـلال‌ناپـذیر در آب و دارای نقطـه ذوب ۲۱۵-۱۰۰ درجـه سلسـیوس هسـتند کـه بـرخلاف داروهـا، اساسـاً در روده جـذب نمـی‌شـوند و بـه همـراه کلسـترول از بـدن خـارج مـی‌شـوند. فیتواسـترول‌هـا بـا قـرار گـرفتن در گویچـه‌هـای چربـی

* نگارنده مسئول: Email: rezvanpourahmad@iauvaramin.ac.ir

http://doi: 10.22092/fooder.2020.124696.1192

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

موجود در حفره‌های روده، از جذب کلسترول‌های صفراوی در روده کوچک جلوگیری می‌کنند. همچنین مشخص شده است که مارگارین و فرآورده‌های لبنی (ماست و شیر)، در مقایسه با غلات غنی‌شده با فیتواسترول، در کاهش کلسترول، تأثیر بیشتری دارند(Mattson *et al.*, 1982). ویژگی‌های فیتواسترول‌ها و مکانیسم عمل آنها برای کاهش کلسترول در بدن انسان بررسی و مشخص شده که مصرف روزانه ۲ گرم استرول، کلسترول بد خون را تقریباً ۱۰ درصد کاهش می‌دهد (Valipour, 2016). در زمینه کاربرد و غنی‌سازی فیتواسترول‌ها در مواد غذایی تحقیقات متعددی شده است از جمله برخی محققان غنی‌سازی ماست با فیتواسترول‌ها و بهینه‌سازی شرایط فرآیند را بررسی کرده و به این نتایج دست یافته‌اند که غنی‌سازی نمونه‌ها با فیتواسترول موجب کاهش میزان سینرسیس و افزایش قدرت ژل نسبت به نمونه شاهد می‌شود اما تغییری در اسیدیته نمونه‌ها، در مقایسه با نمونه شاهد، ایجاد نمی‌کند (Izadi *et al.*, 2011). محققان دیگر اثر فیتواسترول‌ها بر بافت و ذوب‌پذیری پنیر پروسس را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که بافت، فاکتور برش و چسبندگی نمونه‌های حاوی فیتواسترول به طور معنی‌داری بیشتر از فاکتور برش و چسبندگی نمونه شاهد است و ویسکوزیته این نمونه‌ها نیز نسبت به ویسکوزیته نمونه شاهد کمتر است (Apurba *et al.*, 2014). علاوه بر این، ونا و همکاران (Veena *et al.*, 2017) با بررسی ویژگی‌های کیفی شیر تخمیر شده (داهی) حاصل از شیر غنی‌شده با اسیدهای چرب امگا ۳، فیتواسترول‌ها و پلی‌دکستروز نشان دادند نمونه‌های غنی‌شده، نسبت به نمونه شاهد، pH پایین‌تر و اسیدیته بیشتری دارند. با توجه به اینکه بستنی یکی از پرمصرف‌ترین دسرهای لبنی است، افزایش ویژگی‌های سلامتی‌بخش در این محصول مورد توجه خواهد بود. هدف از تحقیق حاضر، غنی‌سازی بستنی با فیتواسترول برای تولید محصولی فراسودمند و بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی آن است.

مواد و روش‌ها

تهیه بستنی غنی‌شده با فیتواسترول

بستنی با اقتباس از روش آکالین و همکاران (Akalin *et al.*, 2008) تهیه گردید. برای تهیه مخلوط بستنی، مواد اولیه وزن شدند. شیر و خامه با یکدیگر مخلوط و حرارت داده شد. پس از رسیدن دمای مخلوط به ۴۵ درجه سلسیوس و حل شدن خامه در شیر، مخلوط مواد خشک شامل شکر، پایدارکننده، شیر خشک و فیتواسترول (خلوص ۹۶ درصد، رطوبت ۳ درصد و pH برابر ۵) به آن اضافه شد. نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه با هوموژنایزر، همگن شدند. برای پاستوریزاسیون مخلوط از دمای ۷۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۵ دقیقه استفاده شد. دمای ترکیب حاصل بلافاصله با مخلوط آب و یخ تا ۴ درجه سلسیوس کاهش داده شد و برای رسانیدن به مدت ۲۴ ساعت در این دما نگهداری شد. نمونه‌های بستنی در ظروف پلاستیکی درپوش‌دار بسته‌بندی گردید. نمونه‌های آماده شده در فریزر در دمای ۱۸- درجه سلسیوس نگهداری شد. نمونه‌ها شصت روز نگهداری شدند و آزمون‌های فیزیکوشیمیایی و حسی روی آنها اجرا گردید.

آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

اسیدیته بر اساس استاندارد ملی شماره ۲۸۵۲ از طریق تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال اندازه‌گیری

شد (ISIRI, 2006). ماده خشک بر اساس استاندارد ملی شماره ۲۴۵۰ از طریق خشک کردن ۴-۳ گرم از نمونه در آون در دمای ۲±۱۰۲ درجه سلسیوس به مدت ۴ ساعت اندازه‌گیری شد (ISIRI, 2008). برای اندازه‌گیری ویسکوزیته، از دستگاه ویسکومتر بروکفیلد با اسپیندل شماره ۲ و ۳ در ۳۰ دور در دقیقه به مدت ۳۰ ثانیه استفاده شد (Akin *et al.*, 2007). برای اندازه‌گیری مقاومت به ذوب، ابتدا ۳۰ گرم نمونه بستنی بلافاصله پس از خروج از فریزر روی توری سیمی با منافذ ۲ میلی‌متری بالای قیف شیشه‌ای قرار داده شد، پس از آن، نمونه در انکوباتور ۴۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۵ دقیقه گرمخانه‌گذاری شد. مقدار بستنی ذوب‌شده در ارلن به عنوان شاخص کیفیت ذوب در نظر گرفته شد (Sun-Waterhouse *et al.*, 2013). افزایش حجم بستنی با مقایسه حجم مخلوط متورم و حجم مخلوط اولیه (حجم بستنی قبل از انجماد) محاسبه گردید (Akin *et al.*, 2007).

ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی (طعم، بافت، رنگ و پذیرش کلی) را ۱۰ ارزیاب آموزش‌دیده با روش هدونیک ۵ امتیازی (عدد ۱ بیانگر کمترین امتیاز و عدد ۵ بیانگر بیشترین امتیاز) ارزیابی کردند (De Moraes Crizel *et al.*, 2014).

آنالیز آماری

آزمایش بر مبنای طرحی کاملاً تصادفی دنبال شد. در این تحقیق ۵ تیمار با ۳ تکرار بررسی گردید. به منظور ارزیابی داده‌ها از نرم‌افزار SAS و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های بستنی غنی‌شده با فیتواسترول

مطابق با جدول ۱ با افزایش درصدهای مختلف فیتواسترول، اسیدیته نمونه‌ها افزایش معنی‌داری ($p<0.05$) یافت. در دوره نگهداری، تغییر معنی‌داری در اسیدیته نمونه‌ها مشاهده نشد. در تمام روزهای نگهداری، کمترین مقدار اسیدیته متعلق به نمونه شاهد و بیشترین آن متعلق به تیمار T_4 (حاوی ۴ درصد فیتواسترول) بود. افزودن ۱ تا ۴ درصد فیتواسترول در نمونه‌های بستنی باعث افزایش معنی‌دار اسیدیته از ۱۷/۶۷ به ۲۰/۳ در لحظه تولید شد. افزایش اسیدیته در نمونه‌های بستنی می‌تواند به دلیل ماهیت اسیدی فیتواسترول (pH=5) باشد. با افزودن فیتواسترول به نمونه‌ها، مقدار ماده خشک افزایش می‌یابد و افزایش ماده خشک نمونه‌ها می‌تواند مرتبط با افزایش اسیدیته باشد. در یک بررسی مشابه گزارش شده است با افزایش مقدار ماده خشک بستنی، اسیدیته افزایش و pH کاهش می‌یابد (Marshall & Arbuckle, 1996; Patel *et al.*, 2006). ونا و همکاران (Veena *et al.*, 2017) با بررسی ویژگی‌های کیفی شیر تخمیر شده (داهی) حاصل از شیر غنی‌شده با اسیدهای چرب امگا۳، فیتواسترول‌ها و پلی‌دکستروز نشان دادند نمونه‌های غنی‌شده، در مقایسه با نمونه شاهد، pH پایین‌تر و اسیدیته بیشتر دارند که با نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق همخوانی دارد.

جدول ۱- اسیدیته (درجه دورنیک) نمونه‌های بستنی غنی‌شده با فیتواسترول (انحراف معیار± میانگین)

نمونه	لحظه تولید	روز پانزدهم	روز سی‌ام	روز چهل و پنجم	روز شصتم
C (شاهد)	۱۷/۶۷±۰/۵۸^{Cb}	۱۷/۷۰±۰/۶۱^{Cb}	۱۸/۱۰±۱/۱۰^{Cab}	۱۸/۸۷±۰/۶۷^{Cab}	۱۹/۲۳±۰/۰۶^{Ca}
T_1 (حاوی ۱ درصد فیتواسترول)	۱۹/۲۷±۰/۰۶^{Ba}	۱۹/۱۷±۰/۰۶^{Ba}	۱۹/۲۷±۰/۰۶^{Ba}	۱۹/۲۰±۰/۱۰^{BCa}	۱۹/۲۰±۰/۱۰^{Ca}
T_2 (حاوی ۲ درصد فیتواسترول)	۱۹/۲۷±۰/۰۶^{Ba}	۱۹/۳۰±۰/۱۰^{Ba}	۱۹/۳۳±۰/۳۲^{Ba}	۱۹/۲۷±۰/۰۶^{BCa}	۱۹/۲۷±۰/۰۶^{Ca}
T_3 (حاوی ۳ درصد فیتواسترول)	۱۹/۴۳±۰/۱۵^{Ba}	۱۹/۴۳±۰/۱۵^{Ba}	۱۹/۴۷±۰/۱۵^{Ba}	۱۹/۶۰±۰/۱۰^{Ba}	۱۹/۶۰±۰/۱۰^{Ba}
T_4 (حاوی ۴ درصد فیتواسترول)	۲۰/۳۰±۰/۲۶^{Aa}	۲۰/۲۷±۰/۲۵^{Aa}	۲۰/۴۳±۰/۰۶^{Aa}	۲۰/۴۳±۰/۱۵^{Aa}	۲۰/۴۳±۰/۱۵۳^{Aa}

حروف کوچک غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ردیف است ($p<0.05$).

حروف بزرگ غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ستون است ($p<0.05$).

مطابق با جدول ۲ با افزایش درصد فیتواسترول، میزان چربی نمونه‌ها افزایش معنی‌داری ($p<0.05$) یافت. در دوره نگهداری، تغییر معنی‌داری در مقدار چربی نمونه‌ها مشاهده نشد. مقایسه میانگین چربی نمونه‌ها نشان داد در تمام روزهای نگهداری،کمترین مقدار چربی متعلق به نمونه شاهد و بیشترین آن متعلق به تیمار T_4 (حاوی ۴ درصد فیتواسترول) است. دلیل افزایش مقدار چربی در نمونه‌ها با توجه به افزایش تغییرات چربی در تمامی تیمارها می‌تواند حضور فیتواسترول‌ها در نمونه‌های چربی باشد. شهبازی زاده و همکاران (Shahbazizadeh *et al.*, 2015) امکان استفاده از پودر اسپیرولینا را در تولید و غنی‌سازی بستنی بررسی کردند و دریافتند که استفاده از درصدهای بیشتر پودر اسپیرولینا باعث افزایش مقدار چربی نمونه‌ها می‌شود.

رحمان و همکاران (Rahman *et al.*, 2017) اسیدهای چرب امگا ۳ و پایداری اکسیداتیو بستنی حاوی روغن چیا را طی ۶۰ روز نگهداری در دمای ۱۸- درجه سلسیوس بررسی و گزارش کردند که افزودن روغن چیا به نمونه‌های بستنی باعث افزایش مقدار چربی و مواد جامد کل می‌شود.

جدول۲ - مقدار چربی (درصد) در نمونه‌های بستنی غنی‌شده با فیتواسترول (انحراف معیار±میانگین)

نمونه	لحظه تولید	روز پانزدهم	روز سی‌ام	روز چهل و پنجم	روز شصتم
C (شاهد)	۱۲/۶۳±۰/۰۶^{Ea}	۱۲/۶۷±۰/۰۶^{Ea}	۱۲/۶۷±۰/۰۶^{Ea}	۱۲/۶۷±۰/۰۶^{Ea}	۱۲/۶۳±۰/۰۶^{Ea}
T_1 (حاوی ۱ درصد فیتواسترول)	۱۳/۱۷±۰/۰۴^{Da}	۱۲/۹۸±۰/۲۴^{Da}	۱۳/۰۳±۰/۱۵^{Da}	۱۳/۲۴±۰/۲۳^{Da}	۱۳/۶۴±۰/۲۳^{Da}
T_2 (حاوی ۲ درصد فیتواسترول)	۱۳/۶۱±۰/۰۳^{Ca}	۱۳/۶۳±۰/۰۲^{Ca}	۱۳/۶۵±۰/۰۴^{Ca}	۱۳/۶۴±۰/۰۴^{Ca}	۱۳/۶۴±۰/۰۴^{Ca}
T_3 (حاوی ۳ درصد فیتواسترول)	۱۳/۸۵±۰/۰۵^{Ba}	۱۳/۸۴±۰/۰۵^{Ba}	۱۳/۸۴±۰/۰۲^{Ba}	۱۳/۸۶±۰/۰۴^{Ba}	۱۳/۸۶±۰/۰۴^{Ba}
T_4 (حاوی ۴ درصد فیتواسترول)	۱۴/۲۰±۰/۱۰^{Aa}	۱۴/۲۳±۰/۰۶^{Aa}	۱۴/۲۰±۰/۱۰^{Aa}	۱۴/۲۷±۰/۰۶^{Aa}	۱۴/۲۷±۰/۰۶^{Aa}

حروف کوچک غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ردیف است ($p<0.05$).

حروف بزرگ غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ستون است ($p<0.05$).

مطابق با جدول ۳ با افزایش مقدار فیتواسترول، میزان مواد جامد کل افزایش معنی‌داری ($p<0.05$) یافت. در دوره نگهداری، تغییر معنی‌داری در میزان مواد جامد کل مشاهده نگردید. مقایسه میانگین مواد جامد کل نمونه‌ها نشان داد در تمام روزهای نگهداری، کمترین مقدار مواد جامد کل متعلق به

نمونه شاهد و بیشترین آن متعلق به تیمار T_4 (حاوی ۴ درصد فیتواسترول) است. با توجه به فرمولاسیون و روش تهیه بستنی غنی‌شده با فیتواسترول و نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق حاضر، از جمله افزایش چربی و حجم نمونه‌ها، افزایش مواد جامد کل در تیمارها دور از انتظار نیست. در یک بررسی مشابه، شهبازی زاده و همکاران (Shahbazizadeh *et al.*, 2015) دریافتند که استفاده از پودر اسپیرولینا باعث افزایش مواد جامد کل و اسیدیته نمونه‌های بستنی می‌شود. ایزدی و همکاران (Izadi *et al.*, 2011) نیز دریافتند که افزودن فیتواسترول به نمونه‌های ماست باعث افزایش مواد جامد کل و کاهش سینرسیس می‌شود.

جدول۳ – مقدار مواد جامد کل (درصد) در نمونه‌های بستنی غنی‌شده با فیتواسترول (انحراف معیار±میانگین)

نمونه	لحظه تولید	روز پانزدهم	روز سی‌ام	روز چهل و پنجم	روز شصتم
C (شاهد)	۴۱/۸۷±۰/۰۶^{Db}	۴۱/۸۳±۰/۰۵^{Cb}	۴۱/۹۳±۰/۲۳^{Eb}	۴۲/۱±۰/۲۶^{Cab}	۴۲/۳۰±۰/۱۰^{Da}
T_1 (حاوی ۱ درصد فیتواسترول)	۴۲/۵۷±۰/۳۱^{Ca}	۴۲/۲۷±۰/۲۱^{Ca}	۴۲/۳۰±۰/۲۰^{Da}	۴۲/۳۰±۰/۲۰^{Ca}	۴۲/۳۰±۰/۲۰^{Da}
T_2 (حاوی ۲ درصد فیتواسترول)	۴۳/۵۰±۰/۲۶^{Ba}	۴۳/۱۷±۰/۶۱^{Ba}	۴۳/۳۷±۰/۲۵^{Ca}	۴۳/۵۳±۰/۱۵^{Ba}	۴۳/۵۳±۰/۱۵^{Ca}
T_3 (حاوی ۳ درصد فیتواسترول)	۴۳/۸۰±۰/۱۰^{ABa}	۴۳/۸۰±۰/۱۰^{Aa}	۴۳/۸۰±۰/۱۰^{Ba}	۴۳/۸۰±۰/۱۰^{Ba}	۴۳/۸۰±۰/۱۰^{Ba}
T_4 (حاوی ۴ درصد فیتواسترول)	۴۴/۱۰±۰/۲۰^{Ac}	۴۴/۲۳±۰/۱۲^{Acb}	۴۴/۵±۰/۱۰^{Ac}	۴۴/۳۷±۰/۱۲^{Aab}	۴۴/۳۷±۰/۱۲^{Aab}

حروف کوچک غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ردیف است ($p<0.05$).

حروف بزرگ غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ستون است ($p<0.05$).

مطابق با جدول ۴ با افزایش مقادیر فیتواسترول و دوره نگهداری، ویسکوزیته نمونه‌ها افزایش معنی‌داری ($p<0.05$) یافت. مقایسه میانگین ویسکوزیته نمونه‌ها نشان داد در تمام روزهای نگهداری، کمترین مقدار ویسکوزیته متعلق به نمونه شاهد و بیشترین آن متعلق به تیمار T_4 (حاوی ۴ درصد فیتواسترول) است. دلیل افزایش ویسکوزیته نمونه‌ها می‌تواند توانایی جذب آب بر اثر فیتواسترول در نمونه‌های بستنی باشد (Faraji Kafshgari *et al.*, 2014). رسولی و همکاران (Rasuli *et al.*, 2017) اعلام کردند غنی‌سازی بستنی سنتی با اسپیرولینا باعث افزایش ویسکوزیته و مقاومت به ذوب در نمونه‌ها می‌شود.

ایزدی و همکاران (Izadi *et al.*, 2011) نیز نشان دادند فیتواسترول دارای اثر مثبت برای افزایش ویسکوزیته نمونه‌های ماست غنی‌شده با فیتواسترول است. کمونین و همکاران (Comunian *et al.*, 2017) در بررسی تأثیر روغن گل گاوزبان، فیتواسترول و اسید سیناپیک بر ماست به نتایج مشابهی در خصوص ویسکوزیته رسیدند.

جدول ٤- ویسکوزیته (سانتی پواز) نمونه‌های بستنی غنی‌شده با فیتواسترول (انحراف معیار±میانگین)

نمونه	لحظه تولید	روز ۱۵پانزدهم	روز سی‌ام	روز چهل و پنجم	روز شصتم
C (شاهد)	۱۹۵/۳۳±۰/۵۸^{Eb}	۱۹۵/۳۳±۰/۵۸^{Eb}	۲۰۵/۰۰±۱۷/۳۲^{Eb}	۲۱۵/۳۳±۱۷/۶۲^{Eb}	۲۲۵/۳۳±۰/۵۸^{Ea}
T_1 (حاوی ۱ درصد فیتواسترول)	۳۲۳/۰۰±۶/۵۸^{Da}	۲۲۵/۰۰±۱/۰۰^{Db}	۲۳۶/۰۰±۱/۰۰^{Da}	۲۳۷/۰۰±۱/۰۰^{Da}	۲۳۷/۰۰±۱/۰۰^{Da}
T_2 (حاوی ۲ درصد فیتواسترول)	۲۸۶/۶۷±۲/۰۸^{Ca}	۲۸۶/۰۰±۱/۰۰^{Ca}	۲۸۴/۶۷±۲/۰۸^{Ca}	۲۸۴/۰۰±۱/۰۰^{Ca}	۲۸۴/۰۰±۱/۰۰^{Ca}
T_3 (حاوی ۳ درصد فیتواسترول)	۳۴۹/۳۳±۷/۵۱^{Ba}	۳۴۸/۰۰±۷/۹۴^{Ba}	۳۵۳/۳۳±۳/۵۱^{Ba}	۳۵۴/۰۰±۲/۶۵^{Ba}	۳۵۴/۰۰±۲/۶۵^{Ba}
T_4 (حاوی ۴ درصد فیتواسترول)	۴۰۴/۶۷±۴/۷۳^{Aa}	۴۰۷/۳۶±۳/۷۹^{Aa}	۴۰۵/۶۷±۳/۰۵^{Aa}	۴۰۸/۰۰±۲/۶۵^{Aa}	۴۰۸/۰۰±۲/۶۵^{Aa}

حروف کوچک غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ردیف است ($p<0.05$).

حروف بزرگ غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ستون است ($p<0.05$).

با توجه به جدول ۵ با افزایش مقادیر فیتواسترول و دوره نگهداری، مقاومت به ذوب نمونه‌ها افزایش معنی‌داری ($p<0.05$) یافت. مقایسه میانگین مقاومت به ذوب نمونه‌ها نشان داد در تمام روزهای نگهداری، کمترین مقدار مقاومت به ذوب متعلق به نمونه شاهد و بیشترین آن متعلق به تیمار T_4 (حاوی ۴ درصد فیتواسترول) است. دلیل کاهش مقاومت به ذوب در نمونه‌های بستنی حاوی فیتواسترول را می‌توان بالا بودن نقطه ذوب فیتواسترول (۲۱۵-۱۰۰ درجه سلسیوس) دانست. دلیل دیگر افزایش مقاومت به ذوب در بستنی را می‌توان به افزایش حجم در بستنی نسبت داد. نتایج مطالعات مختلف نشان داده است بستنی‌هایی با افزایش حجم بالاتر، دیرتر ذوب می‌شوند و دلیل این امر وجود مقادیر بیشتر هوا در این نمونه‌ها عنوان شده است زیرا هوا عایق خوبی است که سرعت انتقال حرارت را در بستنی‌ها با افزایش حجم بالاتر کاهش می‌دهد (Sofjan & Hartel, 2004). در برخی تحقیقات گزارش شده است که افزایش ویسکوزیته در نمونه‌های بستنی باعث افزایش مقاومت به ذوب می‌شود (Segall & Goff, 2002; Goff & Sahagian, 1996).

رسولی و همکاران (Rasuli *et al.*, 2017) گزارش کردند که غنی‌سازی بستنی سنتی با اسپیرولینا باعث افزایش ویسکوزیته و مقاومت به ذوب در نمونه‌ها می‌شود. شاهسون و همکاران (Shahsavan *et al.*, 2018) نشان دادند با افزایش دوره نگهداری و مقادیر چربی و شکر، مقاومت به ذوب نمونه‌های بستنی افزایش می‌یابد.

جدول ۵- مقاومت به ذوب (درصد) نمونه‌های بستنی غنی‌شده با فیتواسترول (انحراف معیار±میانگین)

نمونه	لحظه تولید	روز پانزدهم	روز سی‌ام	روز چهل و پنجم	روز شصتم
C (شاهد)	۵۲/۶۷±۰/۵۸^{Eb}	۵۳/۳۳±۰/۵۸^{Eba}	۵۴/۰۰±۱/۰۰^{Eba}	۵۴/۳۳±۰/۵۸^{Eba}	۵۴/۰۰±۱/۰۰^{Eba}
T_1 (حاوی ۱ درصد فیتواسترول)	۵۷/۶۷±۰/۵۸^{Da}	۵۷/۳۳±۰/۵۸^{Da}	۵۸/۰۰±۱/۰۰^{Da}	۵۷/۳۳±۰/۵۸^{Da}	۵۷/۶۷±۰/۵۸^{Da}
T_2 (حاوی ۲ درصد فیتواسترول)	۶۱/۳۳±۰/۵۸^{Ca}	۶۱/۳۳±۰/۵۸^{Ca}	۶۱/۳۳±۰/۵۸^{Ca}	۶۱/۳۳±۰/۵۸^{Ca}	۶۱/۳۳±۰/۵۸^{Ca}
T_3 (حاوی ۳ درصد فیتواسترول)	۷۰/۶۷±۰/۵۸^{Bb}	۷۰/۳۳±۰/۵۸^{Bb}	۷۱/۳۳±۰/۵۸^{Bb}	۷۳/۳۳±۰/۵۸^{Ba}	۷۳/۳۳±۰/۵۸^{Ba}
T_4 (حاوی ۴ درصد فیتواسترول)	۷۵/۳۳±۰/۵۸^{Ab}	۷۶/۳۳±۰/۵۸^{Aba}	۷۶/۶۷±۱/۱۵۵^{Aa}	۷۶/۶۷±۰/۵۸^{Aa}	۷۶/۶۷±۰/۵۸^{Aa}

حروف کوچک غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ردیف است ($p<0.05$).

حروف بزرگ غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ستون است ($p<0.05$).

با توجه به جدول ۶ با افزایش مقادیر فیتواسترول، میزان افزایش حجم نمونه‌ها افزایش معنی‌داری ($p<0.05$) یافت. مقایسه میانگین افزایش حجم نمونه‌ها نشان داد در تمام روزهای نگهداری، کمترین مقدار افزایش حجم متعلق به نمونه شاهد و بیشترین آن متعلق به تیمار T_4 (حاوی ۴ درصد فیتواسترول) است. از میان عوامل مؤثر بر افزایش حجم بستنی می‌توان به مواد تشکیل دهنده، ویسکوزیته و دستگاه بستنی‌ساز از نظر قدرت کمپرسور و تیغه‌ها اشاره کرد. افزایش حجم بستنی معمولاً ناشی از اختلاط هوا با مخلوط بستنی طی انجماد است و سرعت اختلاط مخلوط بستنی با هوا بستگی دارد به سطح مطلوب کل مواد جامد شامل مواد افزودنی، پایدارکننده‌ها و امولسیفایرها (Chang & Hartel, 2002). بنابراین، با توجه به افزایش مقدار مواد جامد کل در حضور فیتواسترول‌ها و افزایش

مقدار چربی در تیمارهای حاوی فیتواسترول نسبت به نمونه شاهد، دلیل افزایش حجم نمونه‌های بستنی می‌تواند حضور فیتواسترول در نمونه‌ها باشد.

فرجی کفشگری و همکاران (Faraji Kafshgari *et al.*, 2014) در بررسی تأثیر جایگزینی شکر با شیره انگور بر بستنی وانیلی به نتایج مشابهی در خصوص افزایش حجم رسیدند.

جدول ٦- افزایش حجم (درصد) نمونه‌های بستنی غنی‌شده با فیتواسترول (انحراف معیار±میانگین)

نمونه	لحظه تولید	روز پانزدهم	روز سی‌ام	روز چهل و پنجم	روز شصتم
C (شاهد)	۵۸/۶۷±۰/۵۸^{Ec}	۵۹/۳۳±۰/۵۸^{Ec}	۶۰/۰۰±۱/۰۰^{Dbc}	۶۱/۰۰±۱/۰۰^{Dba}	۶۱/۶۷±۰/۵۸^{Da}
T_1 (حاوی ۱ درصد فیتواسترول)	۶۲/۶۷±۰/۵۸^{Da}	۶۲/۳۳±۰/۵۸^{Dba}	۶۱/۳۳±۰/۵۸^{Cbc}	۶۱/۶۷±۰/۵۸^{Dba}	۶۱/۰۰±۱/۰۰^{Dc}
T_2 (حاوی ۲ درصد فیتواسترول)	۶۵/۳۳±۰/۵۸^{Ca}	۶۵/۶۷±۰/۵۸^{Ca}	۶۶/۰۰±۰/۰۰^{Ba}	۶۵/۶۷±۰/۵۸^{Ca}	۶۵/۶۷±۰/۵۸^{Ca}
T_3 (حاوی ۳ درصد فیتواسترول)	۶۶/۶۷±۰/۵۸^{Ba}	۶۷/۶۷±۰/۵۸^{Ba}	۶۷/۰۰±۱/۰۰^{Ba}	۶۷/۳۳±۰/۵۸^{Ba}	۶۷/۶۷±۰/۵۸^{Ba}
T_4 (حاوی ۴ درصد فیتواسترول)	۷۰/۶۷±۰/۵۸^{Aa}	۷۱/۰۰±۱/۰۰^{Aa}	۷۱/۶۷±۰/۵۸^{Aa}	۷۰/۶۷±۰/۵۸^{Aa}	۷۱/۳۳±۱/۱۵۵^{Aa}

حروف کوچک غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ردیف است ($p<0.05$).

حروف بزرگ غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ستون است ($p<0.05$).

ویژگی‌های حسی نمونه‌های بستنی غنی‌شده با فیتواسترول

مطابق با جدول‌های ۷ تا ۱۰، اثر فیتواسترول تنها بر طعم و بافت نمونه‌ها و اثر دوره نگهداری بر طعم، بافت، رنگ و پذیرش کلی نمونه‌ها معنی‌دار ($p<0.05$) بود. از روز پانزدهم نگهداری تا روز شصتم نگهداری، بیشترین امتیاز ارزیابی حسی پذیرش کلی متعلق به نمونه شاهد بود. به طور کلی، نتایج ارزیابی حسی طی ۶۰ روز نگهداری نشان داد با افزایش مقدار فیتواسترول و زمان نگهداری از امتیازات ویژگی‌های حسی کاسته می‌شود. دلیل کاهش امتیاز پذیرش کلی در تیمارهای حاوی فیتواسترول می‌تواند طعم خشک و گچی فیتواسترول در نمونه‌ها باشد.

در یک بررسی مشابه، رسولی و همکاران (Rasuli *et al.*, 2017) نشان دادند افزایش مقدار اسپیرولینا در فرمولاسیون بستنی سنتی باعث کاهش استقبال مصرف‌کنندگان از طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی محصول می‌شود. پارسا و همکاران (Parsa *et al.*, 2011) بهینه‌سازی شرایط تولید ماست پروبیوتیک غنی‌شده با فیتواسترول‌ها را طی ۱۵ روز نگهداری تعیین و گزارش کردند که افزایش درصد چربی همگام با افزایش مقادیر فیتواسترول سبب افزایش مطلوبیت حسی می‌شود. ونا و همکاران (Veena *et al.*, 2017) در بررسی شیر تخمیر شده (داهی) حاصل از شیر غنی‌شده با اسیدهای چرب امگا ۳، فیتواسترول‌ها و پلی‌دکستروز اعلام نمودند که تغییر معنی‌داری در رنگ و پذیرش کلی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد مشاهده نمی‌شود ولی امتیاز بافت و طعم نمونه‌های غنی‌شده، نسبت به نمونه شاهد کمتر است. نتایج تحقیق حاضر بیانگر کمتر بودن امتیاز کیفیت حسی نمونه‌های آزمایشی در مقایسه با نمونه شاهد است اما باید در نظر گرفت که ویژگی‌های سلامتی‌بخش و فراسودمندی نمونه‌های آزمایشی به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد و این مسئله اهمیت بسیار بالایی دارد. برای بالا بردن کیفیت حسی بستنی فراسودمند می‌توان از مواد طعم‌دهنده مانند زعفران و کاکائو استفاده کرد.

جدول ۷- امتیاز طعم نمونه‌های بستنی غنی‌شده با فیتواسترول

نمونه	لحظه تولید	روز پانزدهم	روز سی‌ام	روز چهل و پنجم	روز شصتم
C (شاهد)	۴/۳۰±۰/۲۱^{Aa}	۴/۲۰±۰/۱۳^{Aa}	۴/۰۰±۰/۲۱^{Aab}	۴/۵۰±۰/۱۷^{Aa}	۳/۶۰±۰/۲۲^{Ab}
T_1 (حاوی ۱ درصد فیتواسترول)	۴/۵۰±۰/۱۷^{Aa}	۳/۹۰±۰/۲۳^{Aa}	۳/۹۰±۰/۲۸^{Aa}	۳/۲۰±۰/۲۰^{Bb}	۲/۸۰±۰/۲۵^{CBb}
T_2 (حاوی ۲ درصد فیتواسترول)	۴/۳۰±۰/۱۵^{Aa}	۳/۹۰±۰/۱۸^{Aab}	۴/۲۰±۰/۱۳^{Aa}	۳/۲۰±۰/۲۵^{Bc}	۳/۴۰±۰/۲۷^{ABcb}
T_3 (حاوی ۳ درصد فیتواسترول)	۴/۳۰±۰/۲۱^{Aa}	۴/۲۰±۰/۲۵^{Aa}	۴/۰۰±۰/۲۱^{Aa}	۳/۰۰±۰/۲۶^{Bb}	۲/۷۰±۰/۲۱^{CBb}
T_4 (حاوی ۴ درصد فیتواسترول)	۴/۲۰±۰/۲۵^{Aa}	۳/۸۰±۰/۲۰^{Aab}	۳/۲۰±۰/۲۵^{Bb}	۳/۳۰±۰/۱۵^{Bb}	۲/۲۰±۰/۳۳^{Cc}

حروف کوچک غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ردیف است ($p<0.05$).

حروف بزرگ غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ستون است ($p<0.05$).

جدول ۸- امتیاز بافت نمونه‌های بستنی غنی‌شده با فیتواسترول

نمونه	لحظه تولید	روز پانزدهم	روز سی‌ام	روز چهل و پنجم	روز شصتم
C (شاهد)	۴/۳۰±۰/۲۶^{Aab}	۴/۵۰±۰/۱۷^{Aa}	۴/۲۰±۰/۲۵^{Aab}	۳/۸۰±۰/۱۳^{Ab}	۳/۹۰±۰/۱۸^{Ab}
T_1 (حاوی ۱ درصد فیتواسترول)	۴/۷۰±۰/۱۵^{Aa}	۴/۵۰±۰/۱۷^{Aab}	۴/۳۰±۰/۱۵^{Aab}	۳/۸۰±۰/۱۳^{Ac}	۴/۱۰±۰/۱۸^{Acb}
T_2 (حاوی ۲ درصد فیتواسترول)	۴/۷۰±۰/۱۵^{Aa}	۴/۶۰±۰/۱۶^{Aab}	۴/۱۰±۰/۱۸^{Ab}	۳/۴۰±۰/۱۶^{Ac}	۳/۳۰±۰/۲۶^{Bc}
T_3 (حاوی ۳ درصد فیتواسترول)	۳/۲۰±۰/۳۶^{Bab}	۳/۵۰±۰/۲۲^{Ba}	۲/۵۰±۰/۱۷^{Bcb}	۲/۵۰±۰/۲۲^{Bcb}	۱/۸۰±۰/۲۵^{Cc}
T_4 (حاوی ۴ درصد فیتواسترول)	۲/۵۰±۰/۱۷^{Cb}	۳/۷۰±۰/۲۱^{Ba}	۲/۳۰±۰/۳۰^{Bb}	۲/۸۰±۰/۲۵^{Bb}	۱/۳۰±۰/۱۵^{Cc}

حروف کوچک غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ردیف است ($p<0.05$).

حروف بزرگ غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ستون است ($p<0.05$).

جدول ۹- امتیاز رنگ نمونه‌های بستنی غنی‌شده با فیتواسترول

نمونه	لحظه تولید	روز پانزدهم	روز سی‌ام	روز چهل و پنجم	روز شصتم
C (شاهد)	۴/۶۰±۰/۱۶^{Aa}	۳/۸۰±۰/۲۰^{Bb}	۴/۱۰±۰/۱۸^{Aab}	۳/۷۰±۰/۲۱^{AB}	۴/۳۰±۰/۱۵^{Aab}
T_1 (حاوی ۱ درصد فیتواسترول)	۴/۶۰±۰/۱۶^{Aa}	۴/۴۰±۰/۱۶^{Aa}	۴/۲۰±۰/۲۰^{Aa}	۳/۵۰±۰/۱۷^{Bb}	۳/۵۰±۰/۳۱^{Bb}
T_2 (حاوی ۲ درصد فیتواسترول)	۴/۵۰±۰/۱۷^{ABa}	۴/۳۰±۰/۱۵^{Aab}	۳/۹۰±۰/۲۸^{Acb}	۳/۴۰±۰/۱۶^{Bc}	۴/۲۰±۰/۲۰^{Aab}
T_3 (حاوی ۳ درصد فیتواسترول)	۴/۵۰±۰/۱۷^{ABa}	۴/۲۰±۰/۱۳^{ABab}	۳/۷۰±۰/۳۰^{Acb}	۴/۲۰±۰/۲۵^{Aab}	۳/۴۰±۰/۱۶^{Bc}
T_4 (حاوی ۴ درصد فیتواسترول)	۴/۱۰±۰/۱۸^{Ba}	۴/۰۰±۰/۲۱^{ABa}	۴/۳۰±۰/۲۱^{Aa}	۳/۹±۰/۲۳^{ABa}	۳/۲۰±۰/۱۳^{Bb}

حروف کوچک غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ردیف است ($p<0.05$).

حروف بزرگ غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ستون است ($p<0.05$).

جدول ۱۰- امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های بستنی غنی‌شده با فیتواسترول

نمونه	لحظه تولید	روز پانزدهم	روز سی‌ام	روز چهل و پنجم	روز شصتم
C (شاهد)	۴/۰۰±۰/۰۰^{Ba}	۴/۳۰±۰/۲۱^{Aa}	۴/۳۰±۰/۲۱^{Aa}	۴/۱۰±۰/۱۸^{Aa}	۴/۲۰±۰/۲۰^{Aa}
T_1 (حاوی ۱ درصد فیتواسترول)	۴/۵۰±۰/۱۷^{Aa}	۳/۹۰±۰/۱۸^{Bcb}	۴/۱۰±۰/۱۸^{Bab}	۳/۵۰±۰/۱۷^{Bc}	۳/۴۰±۰/۲۲^{Bc}
T_2 (حاوی ۲ درصد فیتواسترول)	۴/۵۰±۰/۱۷^{Aa}	۳/۹۰±۰/۲۳^{ABb}	۳/۷۰±۰/۱۵^{CBbc}	۳/۲۰±۰/۲۰^{BCc}	۳/۵۰±۰/۱۷^{Bbc}
T_3 (حاوی ۳ درصد فیتواسترول)	۳/۴۰±۰/۱۶^{Ca}	۳/۳۰±۰/۱۵^{Ca}	۳/۷۰±۰/۱۵^{CBa}	۳/۵۰±۰/۱۷^{Ba}	۱/۵۰±۰/۱۷^{Cb}
T_4 (حاوی ۴ درصد فیتواسترول)	۳/۰۰±۰/۲۱^{Cb}	۳/۶۰±۰/۱۶^{CBa}	۳/۲۰±۰/۲۰^{Cab}	۲/۹۰±۰/۲۳^{Cb}	۱/۳۰±۰/۱۵^{Cc}

حروف کوچک غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ردیف است ($p<0.05$).

حروف بزرگ غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ستون است ($p<0.05$).

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد که با افزایش مقدار فیتواسترول، مقادیر اسیدیته، چربی، مواد جامد کل، افزایش حجم ، ویسکوزیته، و مقاومت به ذوب در بستنی افزایش معنی‌داری ($p<0.05$) می‌یابد. افزودن فیتواسترول موجب شد امتیاز پذیرش کلی در نمونه‌های بستنی غنی‌شده، نسبت به نمونه شاهد، کاهش یابد ($p<0.05$). با افزایش زمان نگهداری، مقادیر اسیدیته، ویسکوزیته، مقاومت به ذوب نمونه‌ها به طور معنی‌داری ($p<0.05$) افزایش ولی امتیاز پذیرش کلی حسی کاهش می‌یابد. بستنی حاوی ۴ درصد فیتواسترول با توجه به شاخص‌های چربی، مقاومت به ذوب، افزایش حجم و ویسکوزیته به عنوان تیمار برتر انتخاب گردید. در واقع می‌توان گفت افزودن فیتواسترول موجب بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و افزایش خواص سلامتی‌بخش بستنی می‌شود و محصولی فراسودمند به دست می‌دهد. برای افزایش کیفیت حسی بستنی غنی‌شده با فیتواسترول، استفاده از مواد طعم‌دهنده پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین-پیشوا قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

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

مراجع

Akalin, A. S., Karagözlü, C. and Ünal, G. 2008. Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. European Food Research Technology. 227(3):889-895.

Akin, M. B., Akin, M. S. and Kirmaci, Z. 2007. Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. Food Chemistry.104 (1): 93-99.

Apurba G, Kanawjia, S.K. and Rajoria, A. 2014. Effect of phytosterols on textural and melting characteristics of cheese spread. Food Chemistry. 157, 240-245.

Chang, Y. and HarteL, R.W., 2002. Measurement of air cell distributions in dairy foams. International Dairy Journal. 12 (5): 463-472.

Comunian, T.A., Chaves, I.E., Thomazini, M., Moraes, I.C.F., Ferro-Furtado, R., de Castro, I. A. and Favaro-Trindade, C.S. 2017. Development of functional yogurt containing free and encapsulated echium oil, phytosterol and sinapic acid. Food Chemistry. 237, 948–956.

De Moraes Crizel, T., de Araujo, R.R., de Oliveira Rios, A., Rech, R. and Hickmann Flôres, S. 2014. Orange fiber as a novel fat replacer in lemon ice cream. Food Science and Technology (Campinas). 34 (2): 332-340.

Faraji Kafshgari, S., Fallah Shojaei, M. and Akbarian Meymand, M.J. 2014. Effect of sugar replacement with grape syrup on physicochemical and sensory properties of vanilla ice cream. Innovative Food Technology. 2 (6): 85-93 (in Persian).

Goff, H.D. and Sahagian, M.E. 1996. Glass transitions in aqueous carbohydrate solutions and their relevance to frozen food stability. [Special issue]. Thermochimica Acta. 280, 449-464.

ISIRI. 2006. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Milk and milk Products-Determination of titratable acidity and pH value. National standard. No. 2852 (in Persian).

ISIRI. 2008. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Ice cream-Characteristics and methods of test. National standard No. 2450 (in Persian).

Izadi, Z., Garoosi, Gh., Nasirpour, A., Ahmadi, J. and Bahrami, B. 2011. Optimization of production of yogurt enriched with phytosterol inorder to reduce cholostrol. Iranian Food Science and Technology Research Journal. 7(2): 156-163 (in Persian).

Marshall, R.T. and Arbuckle, W.S. 1996. Ice Cream, 5th edn. New York: Chapman & Hall.

Mattson, F.H., Grundy, S.M. and Crouse, J.R. 1982. Optimizing the effect of plant sterols on cholesterol absorption in man. American Journal Clinical Nutrition. 35(4): 697-700.

Parsa, P., Alizadeh Khaledabad, M. and Rezazadbari, M. 2011. Investigation of physicochemical characteristics of probiotic yogurt enriched with phytosterol. National symposium of medicinal plants, March 2-4. Sari, Iran. (in Persian).

Patel, M.R., Baer, R.J. and Acharya, M.R. 2006. Increasing the protein content of ice cream. Journal of Dairy Science. 89(5):1400– 1406.

Rahman, U., Muhammad, N. and Imran, M. 2017. Omega-3 fatty acids and oxidative stability of ice cream supplemented with olein fraction of chia (*Salvia hispanica* L.) oil. Lipids Health and Disease. 16(34): 2-8.

Rasuli, F., Berenji, Sh. And Shahab Lavasani, A. 2017. Optimization of formulation of Iranian traditional ice cream containing Spirulina using response surface methodology. Journal of Food Technology and Nutrition 14 (3): 15-28 (in Persian).

Segall, K.I. and Goff, H.D. 2002. A modified ice cream processing routine that promotes fat destabilization in the absence of added emulsifier. International Dairy Journal. 12(12): 1013–1018.

Shahbazizadeh, S., Movaghati Moghadam, M., Ahmadian, F. and Ramezanipour, M. 2015. Investigation of use of Spirulina powder in ice cream production. 2nd National Congress of Milk Safety from Production to Consumption and its Role in Human Nutrition. Food and Drug Deputy of Iran University of Medical Sciences, Feb. 22-23, Tehran, Iran (in Persian).

Shahsavan, A., Pourahmad, R. and Rajaei, P. 2018. Effect of different amounts of sugar and fat on the viability of *Lactobacillus casei*, physical, chemical and sensory properties of probiotic ice cream. International Journal of Biology and Biotechnology. 15(1): 63-69.

Sofjan, R.P. and Hartel, R.W. 2004. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. International Dairy Journal. 14(3): 255-262.

Sun-Waterhouse, D., Edmonds, L., Wadhwa, S. S. and Wibisono, R. 2013. Producing ice cream using a substantial amount of juice from kiwifruit with green, gold or red flesh. Food Research International. 50 (2): 647-656.

Valipour, F. 2016. Phytostrols and food productds enriched with sterol as functional food products. First International and 24th Congress of Food Science and Technology, Oct. 18-20. Tehran, Iran (in Persian).

Veena, N., Surendra Nath, B., Srinivas, B. and Balasubramanyam, B.V. 2017. Quality attributes of dahi prepared from milk fortified with omega-3 fatty acids, phytosterols and polydetxrose. Journal of Food Science and Technology. 54(7): 1765–1775.

Food Engineering Research/Vol.19/No.68/Spring and Summer 2019/P: 53-64
Journal Home page: https://fooder.areeo.ac.ir/

Original Research

Investigation of Physicochemical and Sensory Properties of Ice Cream Enriched with Phytosterol

M. A. Zarei, R. Pourahmad * and M. Hashemiravan

* Corresponding Author: Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran. Email: rezvanpourahmad@iauvaramin.ac.ir
Received: 27 December 2018, Accepted: 8 April 2020
http://doi: 10.22092/fooder.2020.124696.1192

Abstract

Ice cream is a dairy dessert which has high nutritional value. The aim of this study was to enrich ice cream with phytosterol and to produce functional product. For enrichment of ice cream, different concentrations of phytosterol (1, 2, 3 and 4 percent) were added. The ice cream samples were kept at -18°C for two months. The physicochemical characteristics (acidity, total solids, over run, viscosity, and melting resistance) and sensory quality (flavor, odor, overall acceptance) of the samples were studied. The results showed that as the phytosterol content increased, acidity, fat, total solids, viscosity and melting resistance increased significantly ($p<0.05$). Adding phytosterol decreased overall acceptance score of test samples, compared to control sample. During storage, acidity, viscosity, melting resistance increased significantly and overall acceptance decreased significantly ($p<0.05$). The ice cream sample containing 4% phytosterol was selected as the best treatment regarding fat content, melting resistance, over run and viscosity. However, use of flavors can improve sensory quality of this functional sample.

Keywords: Enrichment, Functional, Ice Cream, Phytochemical