ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، حسی و رئولوژیکی ماست هم زده غنی‌سازی شده با سبوس تخمیر شده برنج و عصاره کاهو در دوره ماندگاری

حمیدرضا اسفندیاری[1]، مریم مصلحی شاد[1*]

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد صفادشت، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۱۷)

چکیده

هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر افزودن سبوس برنج تخمیری و عصاره کاهو به ماست و ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی ماست حاصل در دوره نگهداری است. برای تهیه عصاره کاهو، استخراج آبی به روش فراصوت انجام گرفت. سبوس برنج تخمیری با مقادیر ۲، ٤، ٦ و ۸ درصد و عصاره کاهو با مقادیر ۰/۵، ۱، ۲ و ۳ درصد به شیر استریل افزوده شده، پس از رسیدن به دمای ٤۲ درجه سلسیوس، کشت آغازگر ماست (*لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* و *استرپتوکوکوس ترموفیلوس*) به آن‌ها تلقیح شد. پس از گرمخانه‌گذاری، ابتدا آزمون ارزیابی حسی جهت انتخاب نمونه‌های مطلوب‌تر و سپس آزمون‌های فیزیکی-شیمیایی شامل pH، اسیدیته، آب اندازی و ویسکوزیته در روزهای ۱، ۷، ١٤ و ۲۱ روز نگهداری در شرایط یخچالی انجام شد. نتایج به دست آمده نشان داد نمونه‌های حاوی سبوس برنج تخمیری و عصاره کاهو pH کمتر (٤/۳٦ در مقابل ٤/۲۸) و اسیدیته بیشتر (۹۲/۸ در مقابل ۹٦/٤) نسبت به نمونه کنترل داشتند. همچنین کاهش pH و افزایش اسیدیته که باعث ضعیف شدن ساختار ژلی میسل‌های کازئین شده است؛ باعث افزایش آب‌اندازی (۲/٦٤ در مقابل ۲۰/۲٦) و کاهش ویسکوزیته (۵۵۱۰/۵۲ در مقابل ۳۹۵٦/٦۵ مگاپاسکال ثانیه) در نمونه‌ها گردید. همچنین افزودن سبوس برنج تخمیری و عصاره کاهو باعث تغییرات در ترکیبات شیمیایی نمونه‌ها شده است به طوری که باعث افزایش ماده خشک گردید و در ضمن محتوای ترکیبات فنولیک نیز افزایش یافته است. بررسی‌های حاصل از ارزیابی حسی نشان داد که افزودن عصاره کاهو به نمونه‌ها منجر به کاهش معنی داری در امتیازات شده است به طوری که بالاترین امتیاز ارزیابی حسی (نمره ۵) به نمونه ماست ساده با ۵ درصد چربی تعلق گرفت. ماست حاوی ٦ درصد سبوس برنج تخمیری و نمونه حاوی ٦ درصد سبوس برنج تخمیری و ۲ درصد عصاره کاهو بالاترین امتیاز ارزیابی حسی را به خود اختصاص دادند. در پایان با بررسی نتایج حاصل از آزمون‌ها می‌توان ماست حاوی سبوس برنج تخمیری را به عنوان یک فرآورده فراسودمند و دارای ویژگی‌های سلامتی‌بخش در نظر گرفت.

کلید واژگان: ماست هم زده ، سبوس برنج تخمیری، عصاره کاهو، غذای فراسودمند

*مسئول مکاتبات: moslehishad@safaiau.ac.ir

۱- مقدمه

استفاده از مواد غذایی فراسودمند و غنی شده در طول چند دهه‌ی گذشته به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. مصرف این فراورده‌ها به منظور افزایش طول عمر بشر مورد توجه قرار گرفته است؛ به‌طور خاص، رژیم غذایی شامل میوه‌ها، سبزی‌ها و غلات کامل و چربی‌های غیراشباع می‌تواند خطر انواع بیماری‌ها را کاهش دهد [۱]. مواد غذایی فراسودمند موضوع روز مورد توجه در جهان و یکی از رو به رشدترین گروه‌های مواد غذایی به شمار می‌آیند. در نگاه سنتی از نظر علم تغذیه، انسان برای ادامه حیات علاوه بر اکسیژن، آب و کربوهیدرات‌ها، وابسته به تأمین اسیدآمینه‌های ضروری، اسیدهای چرب ضروری، املاح و ویتامین‌ها از طریق مواد غذایی است. مطالعات بسیاری نشان داده است که دریافت برخی مواد غذایی ارتباط مستقیم با کاهش انواع بیماری‌ها دارد [۲]. مواد غذایی فراسودمند افزون بر ارزش تغذیه‌ای پایه، دست‌کم دارای یک ویژگی مشخص و به اثبات رسیده ارتقا سلامت و پیشگیری‌کننده و کاهش‌دهنده بیماری هستند و شامل مجموعه متنوعی مانند فرآورده‌های غذایی مخصوص کودکان، مکمل‌های غذایی، فرآورده‌های غنی‌شده با ویتامین‌ها و مواد معدنی، پروبیوتیک‌ها و فرآورده‌های غذایی حاوی مواد مؤثر نظیر فیبر، آنتی‌اکسیدان‌ها، پروتئین سویا، اسیدهای چرب ضروری می‌باشند [۳].

ماست محصولی است که در تولید فرآورده‌های غذایی فراسودمند بسیار مورد توجه قرار گرفته است. محبوبیت بالای این محصول به دلیل ارزش تغذیه‌ای و اثرات سودمند باکتری‌های آغازگر مورد استفاده در تولید آن می‌باشد. همچنین، این فرآورده نسبت به شیر، به دلیل قابلیت هضم و جذب بهتر چربی، لاکتوز، پروتئین و مواد معدنی دارای ارزش تغذیه‌ای بیش‌تری بوده و جزء منابع غنی از کلسیم، فسفر، ریبوفلاوین، ویتامین‌ها، روی و منیزیم به شمار می‌آید [٤]. علی‌رغم فواید بالای ماست، باید ذکر کرد که این محصول به دلیل رطوبت بالا، زمان ماندگاری محدودی دارد. از سوی دیگر ارائه فرمولاسیون جدیدی از ماست می‌تواند منجر به افزایش زمان ماندگاری، تنوع و میزان مصرف این فرآورده شیری با ارزش گردد [۵]. ماست‌های فراسودمند یکی از محصولات شیری است که می‌تواند حاوی ترکیبات زیست فعال به منظور افزایش مقبولیت و بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای و دارویی باشد. استفاده از فیبرها و عصاره‌های گیاهی در تولید ماست می‌تواند سبب کاهش خطر بیماری‌های مزمن مانند سرطان، پوکی استخوان، فشار خون، دیابت و بیماری‌های قلبی شوند [۳]. عصاره‌های گیاهی شامل گلوکزاینولات، آنتی‌اکسیدان‌ها، آنتوسیانین‌ها، لیکوپن، کاروتنوئیدها و ترکیبات فنولیک می‌باشد [٦].

کاهو یکی از قدیمی‌ترین سبزیجات دنیا است که شش قرن قبل از میلاد در ایران مصرف می‌شده است و یک قرن قبل از میلاد به روم راه یافته و غذای مهمی برای رومیان بوده است [۷]. عصاره برگ کاهو حاوی ترکیبات با فعالیت مهار رادیکال‌های آزاد می‌باشند. همچنین عصاره کاهو فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل مقایسه با آلفا توکوفرول و کوئرستین را نشان می‌دهد. مطالعات زیادی عنوان نموده‌اند که عصاره کاهو دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد [۸ و۷].

سبوس برنج محصول جانبی آسیاب کردن برنج است که دارای ترکیبات تغذیه‌ای بی شماری است و حاوی ترکیباتی نظیر پروتئین، چربی و فیبر خام می‌باشد [۹]. سبوس منبع غنی از فیبرهای رژیمی (۲۰-۱۵ درصد) است. یکی از محصولات تخمیری که امروزه مورد توجه مصرف کنندگان فرار گرفته است، سبوس‌های غلات تخمیری و به ویژه سبوس برنج تخمیر شده می‌باشد. امروزه اثرات مفید فیبرهای غذایی بر سلامت انسان از جمله کاهش بیماری‌های قلبی-عروقی، بیماری‌های دستگاه گوارش، کلسترول خون و جلوگیری از سرطان به اثبات رسیده است [۱۰ و ۱۱]. همچنین استفاده از فیبرهای غذایی در رژیم های لاغری بسیار مورد توجه قرار گرفته است. سبوس غلات تخمیری علاوه بر منابع فیبری، حاوی پروتئین‌های با کیفیت بالای تغذیه‌ای (آلبومین و گلوبولین)، آنتی‌اکسیدان‌ها و ترکیبات زیست فعال نظیر اسیدهای فنولیک، فیتواسترول‌ها، توکوفرول‌ها و توکوتری انول‌ها است [۹].

به دلیل ارزش تغذیه‌ای بالای عصاره کاهو و سبوس برنج تخمیر شده، در این پژوهش سعی در غنی‌سازی ماست با این دو ماده با ارزش برای تولید ماست فراسودمند شده است. هدف از این پژوهش ارتقای ارزش تغذیه‌ای و تنوع محصولات جهت افزایش بازار پسندی و ارزیابی ویژگی های ماست فراسودمند حاصل در دوره ماندگاری محصول می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه مواد اولیه

شیر بدون چربی از شرکت صباح، شیر خشک از شرکت پگاه، استارتر ماست (شامل *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس*) از شرکت کریستین هانسن (دانمارک) و استابیلایزر ماست از شرکت Ugmix900 (ترکیه) خریداری شد. مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش نظیر معرف فولین سیو کالتو، معرف فنل فتالئین، سدیم هیدروکسید، پتاسیم هیدروکسید و غیره از شرکت مرک (آلمان) و ABTS[1] از شرکت سیگما آمریکا با خلوص آزمایشگاهی خریداری شدند.

۲-۲- استخراج عصاره از کاهو

استخراج عصاره کاهو مطابق روش احمدی و همکاران (۱۳۹٤)، با کمی تغییر انجام گرفت [۱۲]. بدین صورت که ابتدا کاهوی تازه خریداری شده و سپس ضدعفونی و به دقت با آب شهری و سالم شستشو داده شد. سپس برگ‌های کاهو به قطعات کوچک برش داده شد و در آون با دمای ٦۰ درجه سلسیوس و در مدت زمان مناسب (٤ روز) خشک گردید. بعد از اینکه برگ‌های کاهو کاملا خشک شد توسط یک آسیاب برقی خرد و به صورت پودر در آورده شد، برای یکنواخت کردن اندازه ذرات از الک با اندازه مش ٤۰ استفاده شد. سپس پودر به دست آمده در ظروف شیشه‌ای تیره و در دمای یخچال نگهداری (٤ درجه سلسیوس) شد. جهت عصاره‌گیری مقدار ۵ گرم از پودر توسط ترازو وزن شد و در بشر به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر ریخته شد. سپس پودر با حلال (آب مقطر) به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس مخلوط پودر و آب توسط دستگاه التراسوند در دمای ۵۰ درجه سلسیوس و با فرکانس ٤۰ کیلوهرتز به مدت ۲۰ دقیقه هم زده تا عصاره استخراج شود. سپس عصاره استخراج شده توسط کاغذ صافی واتمن شماره ۱ صاف گردید. عصاره توسط دستگاه روتاری تحت خلاء در دمای ٦۰ درجه سلسیوس تا بریکس ۷۰ تغلیظ شد. سپس عصاره مورد نظر در ظروف محافظ در برابر نور نگهداری گردید. راندمان استخراج با توجه به معادله زیر به دست می‌آید: (رابطه-۱)

$$\text{راندمان استخراج عصاره (درصد)} = M/M_0 \times 100$$

در اینجا M وزن خالص عصاره و M_0 وزن اولیه پودر گیاه می‌باشد [۱۳].

۲-۳- اندازه گیری محتوای ترکیبات فنولیک کل عصاره کاهو

محتوای ترکیبات فنولیک کل عصاره با استفاده از روش فولین سیوکالتو تعیین شد. برای انجام این آزمون ۰/۱۲۵ میلی‌لیتر معرف فولین با ۱/۹۷۵ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط گردید و سپس ۰/۲۵ میلی‌لیتر عصاره کاهو به آن اضافه گردید. بعد از گذشت ۱۰ دقیقه، ۰/۳۷۵ میلی‌لیتر سدیم کربنات ۲۰ درصد نیز به محلول فوق اضافه گردید. سپس مخلوط حاصل به مدت ۲ ساعت در محیط تاریک قرار داده شده و جذب آن توسط اسپکتروفتومتر در طول موج ۷٦۰ نانومتر قرائت گردید. گالیک اسید به عنوان محلول استاندارد جهت کالیبراسیون مورد استفاده قرار گرفت و نتایج بر حسب mg GAE/100 g DW[2] بیان شد [۱٤].

۲-٤- تولید ماست‌های فراسودمند

نمونه‌های ماست به صورت صنعتی تهیه گردید. بدین منظور ابتدا پس از تایید آزمایشگاه شیر دریافت، فیلتر و تا دمای ٤ درجه سلسیوس خنک و در تانک ذخیره نگهداری گردید. سپس خامه٤۰ درصد به شیر اضافه و چربی شیر تا ۵ درصد تنظیم شد. سپس شیر تا دمای ۷۵- ۷۲ درجه سلسیوس در این

1. 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)

2. mg Gallic Acid Equivalent (GAE) /100 g Dry Weight (DW)

دما به مدت ۵-۳ ثانیه نگهداری، عمل پاستوریزاسیون انجام شد. در همین دما عمل هموژنیزاسیون شیر نیز با فشار ۱۰۰ بار انجام گرفت. سپس شیر با دمای ۱۰-۸ درجه سلسیوس به تانک میکس منتقل و در تانک شیر خشک، پایدارکننده و نمک به آن اضافه شد. سپس به دمای ۵۵ درجه سلسیوس رسیده و به مدت ۱۵ دقیقه در این دما سیرکوله گردید. سپس مخلوط به دمای ۷۵ درجه سلسیوس رسیده و ۱ دقیقه در این دما نگهداری و عمل پاستوریزاسیون و هموژنیزاسیون با فشار۱۵۰ تا ۱۸۰ بار انجام گرفت. سپس در این مرحله به دمای ۸۵ درجه سلسیوس رسید و به مدت ۱۵ دقیقه در این دما پاستوریزه گردید. در مرحله بعدی خنک و در دمای ٤٤-٤٣ درجه سلسیوس استارتر اضافه گردید. بعد از رسیدن شیر به pH مورد نظر همزن تانک روشن گردید، آب سرد در جداره تانک جریان پیدا کرد تا دما به ٤٠ درجه سلسیوس برسد، همزمان در این مرحله سبوس تخمیری برنج با مقادیر ۲، ٤، ٦ و ۸ درصد و عصاره کاهو با مقادیر ۰/۵، ۱، ۲ و ۳ درصد اضافه گردید.

Table 1 Samples of yoghurts used in sensory evaluation

Sample number	Product type	Lettuce Extract percentage	Percentage of bran
1	Stirred yoghurt containing rice bran and lettuce extract	0.5	2
2	Stirred yoghurt containing rice bran and lettuce extract	1	4
3	Stirred yoghurt containing rice bran and lettuce extract	2	6
4	Stirred yoghurt containing rice bran and lettuce extract	3	8
5	Stirred yoghurt 4% fat	-	-
6	Stirred yoghurt 5% fat	-	-
7	Stirred yoghurt containing rice bran	-	4
8	Stirred yoghurt containing rice bran	-	6

۲-۵-۲- تعیین ترکیبات شیمیایی نمونه‌های ماست

pH نمونه‌های مختلف ماست با استفاده از pH متر دیجیتال (مترأهم[1]، مدل ۷٤٤، سوئیس) و اسیدیته نمونه‌های ماست نیز به روش تیتراسیون با سدیم هیدروکسید و براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ در روزهای ۱، ۷، ١٤ و ۲۱ روز پس از تولید اندازه گیری شد [١٦]. میزان پروتئین در نمونه‌های ماست نیز با استفاده از روش کلدال و بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۹۱۸۸ اندازه گیری گردید [۱۷]. میزان ماده خشک نمونه‌ها نیز با استفاده از آون در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس و بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۷۵۳ تعیین گردید [۱۸]. چربی نمونه‌های ماست نیز به روش ژربر و با استفاده از بوتیرومتر مطابق استاندارد ملی ایران با شماره ۳۸٤ اندازه گیری گردید. مقدار ماده خشک، چربی و پروتئین فقط در روز تولید ماست اندازه گیری گردیدند [۱۹].

۲-۵-۳- تعیین میزان آب اندازی نمونه‌های ماست

آب اندازی نمونه‌های ماست در روزهای ۱، ۷، ١٤ و ۲۱ پس از تولید اندازه گیری گردید. ابتدا ٤٠ گرم سپس نمونه توزین و در دستگاه سانتریفیوژ با دور ٦۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه قرار داده شد. بعد از اتمام کار فاز آبی جدا و خالی گردید. سپس بعد از اختلاط و تایید آزمایشگاه جهت بسته‌بندی، مخلوط توسط پمپ جابه‌جایی مثبت به پرکن منتقل و در همین دما بسته‌بندی و به سردخانه با دمای ۸-٤ درجه سلسیوس منتقل شد.

۲-۵- آزمایشات انجام شده روی نمونه‌های ماست

۲-۵-۱- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌های ماست (جدول ۱) از نظر شکل ظاهری، قوام، بافت، بو و مزه به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای انجام گرفت به طوری که عدد یک بیانگر کمترین مطلوبیت و عدد ۵ بیانگر بیشترین مطلوبیت بود. برای انجام ارزیابی حسی از ۱۰ نفر ارزیاب حسی آموزش دیده استفاده شد. ارزیابی حسی نمونه‌های ماست در روز اول بعد از تولید انجام گرفت [۱۵].

1. Metrohm

ماست باقی ماند وزن شد. وزن ماست باقی مانده از وزن ماست اولیه کم گردید که اختلاف این دو میزان آب‌اندازی را نشان داد [۲۰].

(رابطه-۲)

$$\text{مقدار آب اندازی} = \frac{\text{مقدار آب خارج شده (ml)}}{\text{مقدار اولیه نمونه (ml)}} \times ۱۰۰$$

۲-۵-٤- اندازه گیری ویسکوزیته

ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های ماست فراسودمند و کنترل با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد (مدل RV-DVII، امریکا) با اسپیندل شماره ٤ و ٦ و در سرعت برشی ۷۰ دور بردقیقه پس از گذشت ۱۵ ثانیه از چرخش اسپیندل مورد ارزیابی قرار گرفت. اندازه‌گیری ویسکوزیته در دمای ٤ درجه سلسیوس انجام شد [۲۱].

۲-۵-۵- تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها با استفاده از روش درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد ABTS تعیین گردید. این روش بر مبنای کاهش رنگ رادیکال آزاد انجام شد. رادیکال ABTS با حل کردن در آب و در معرض پرسولفات پتاسیم طی مدت ۱۲ تا ۱٦ ساعت حاصل شد. سپس جذب در طول موج ۷۳٤ نانومتر با حضور نمونه طی مدت ۵ دقیقه به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین گردید [۲۲].

۲-۵-٦- آزمایشات میکروبی

آزمایشات میکروبی روی نمونه‌های ماست در روزهای ۱، ۷، ۱٤ و ۲۱ نگهداری انجام شد. آزمون‌های میکروبی انجام شده روی نمونه‌های ماست که مطابق استاندارد ملی ایران صورت گرفت عبارت است از بررسی میزان کلی‌فرم (استاندارد ملی ایران شماره ٥٤٨٦)، اشرشیاکلی (استاندارد ملی ایران شماره ٥۲۳٤ و ٥٤٨٦) و کپک و مخمر (استاندارد ملی ایران شماره ۹۹۷). همچنین شمارش باکتری‌های *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* طی مدت زمان نگهداری نیز اندازه گیری شد [۲۵-۲۳].

۲-۵-۷- تجزیه و تحلیل آماری

برای مقایسه بین تیمارها از جداول تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) استفاده گردید و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از مقایسه‌ی میانگین Duncan انجام پذیرفت. آنالیز با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS Statistics Version 22 انجام شد و نتایج به صورت (میانگین داده ها ±SE) با سطح اطمینان ۰/۰۵، گزارش شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی حسی

نتایج حاصل از انجام آزمون ارزیابی حسی (مزه، بو، احساس دهانی و بافت) نمونه‌های مختلف ماست با فرمولاسیون‌های متفاوت در حضور مقادیر مختلف از سبوس برنج تخمیری و عصاره کاهو در جدول ۲ نشان داده شده است.

نتایج حاصل نشان داد کمترین امتیاز مزه، بو، احساس دهانی، ظاهر و بافت مربوط به نمونه حاوی ۲ درصد سبوس برنج تخمیر شده و ۰/۵ درصد عصاره کاهو بوده است. بالاترین امتیاز ارزیابی حسی نیز به نمونه ماست ساده با ۵ درصد چربی تعلق گرفت. ماست حاوی ٦ درصد سبوس برنج تخمیری و نمونه حاوی ٦ درصد سبوس برنج تخمیری و ۲ درصد عصاره کاهو بالاترین امتیاز ارزیابی حسی را به خود اختصاص دادند.

به نظر می‌رسد آب‌اندازی زیاد و کاهش ویسکوزیته ماست در نمونه حاوی ۲ درصد سبوس برنج تخمیر شده و ۰/۵ درصد عصاره کاهو از محبوبیت ماست حاصل کاسته باشد. همچنین نزدیک بودن خصوصیات نمونه ماست حاوی ٦ درصد سبوس برنج تخمیری و نمونه حاوی ٦ درصد سبوس برنج تخمیری و ۲ درصد عصاره کاهو به ماست ساده موجب کسب امتیاز بیشتر در ارزیابی حسی شد.

بر اساس نتایج آماری به دست آمده، امتیاز ارزیابی حسی برای نمونه‌های مختلف بدین صورت بوده است که افزودن سبوس برنج تخمیر شده باعث کاهش جزئی در امتیازات ارزیابی حسی شد. همچنین افزودن عصاره کاهو به نمونه‌ها منجر به کاهش معنی‌دار در امتیازات ارزیابی حسی گردید. علت این روند به وجود آمده را می‌توان به اثر عصاره کاهو بر کاهش pH و افزایش اسیدیته و در نتیجه کاهش ویسکوزیته و افزایش آب اندازی نسبت داد که باعث کاهش مقبولیت گردیده است[۲٦].

Table 2 Sensory evaluation scores for different samples

Sample number	Taste	Smell	Oral sensation	Appearance and texture
1	1.00 ± 0.00^{e}	1.13 ± 0.00^{e}	1.28 ± 0.00^{e}	2.71 ± 1.25^{d}
2	2.57 ± 0.53^{d}	2.57 ± 0.53^{d}	2.57 ± 0.53^{d}	3.28 ± 0.48^{cd}
3	4.71 ± 0.48^{a}	4.71 ± 0.48^{a}	4.71 ± 0.48^{a}	4.28 ± 0.48^{ab}
4	3.28 ± 0.75^{c}	3.00 ± 0.81^{cd}	2.85 ± 0.69^{cd}	2.71 ± 0.48^{d}
5	3.85 ± 0.37^{b}	4.00 ± 0.00^{b}	4.00 ± 0.00^{b}	3.85 ± 0.69^{bc}
6	5.00 ± 0.00^{a}	5.00 ± 0.00^{a}	5.00 ± 0.00^{a}	5.00 ± 0.00^{a}
7	3.42 ± 0.75^{bc}	3.28 ± 0.75^{c}	3.28 ± 0.48^{c}	3.85 ± 0.69^{bc}
8	5.00 ± 0.00^{a}	5.00 ± 0.00^{a}	4.85 ± 0.37^{a}	4.57 ± 0.53^{ab}

1. Yogurt contains 2% bran and 0.5% extract, 2. Yogurt contains 4% bran and 1% extract, 3. Yogurt contains 6% bran and 2% extract, 4. Yogurt contains 8% bran and 3% extract, 5. Stirred yoghurt 4% fat, 6. Stirred yoghurt 5% fat, 7. Yogurt contains 4% bran, 8. Yogurt contains 6% bran.
Different superscripts in the same column are significantly different ($p<0.05$).
Data given in the table is Mean ± SD of three replicates.

۳-۲- خاصیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های ماست فراسودمند

نتایج حاصل در جدول ۳، محتوای ترکیبات فنولیک کل موجود در عصاره کاهو را (۵۱۲/۸۶±۵/٤٦ mg GAE /100g DW) نشان می‌دهد که تقریبا مشابه با نتایج گزارش شده از احمدی کمازانی و همکاران (۱۳۹٤)، که بر روی استخراج عصاره آنتی اکسیدانی از ضایعات کاهو تحقیق انجام دادند، (mg GAE ۲۰ /۱ ±۳۰/٤٥ /100g DW) می‌باشد [۱۲]. همچنین با توجه به جدول ٤ میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در نمونه‌های مختلف ماست، اختلاف آماری معنی‌داری بین نمونه‌ها وجود داشت (p <۰/۰۵). نتایج به دست آمده حاکی از این بود که فعالیت آنتی‌اکسیدانی میان نمونه‌ها در طول نگهداری نیز اختلاف معنی‌داری وجود داشته است و با افزودن سبوس برنج تخمیری و عصاره کاهو به ماست میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش یافته است که علت این امر را می‌توان به بالا بودن مقادیر اوریزانول‌ها[1] و توکوفرول‌ها[2] نسبت داد [۲۷ و ۲۸]. در مطالعه دیگر مشخص شد که محتوای فنولیک سبوس برنج بیشتر از سبوس گندم است [۲۹] و این درحالی است که ترکیبات فنولیک فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری نسبت به توکوفرول‌ها از خود نشان دادند [۳۰]. همچنین عصاره کاهو فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل مقایسه با آلفا توکوفرول و کوئرستین را نشان می‌دهد [۷]. مطالعات بسیاری نشان می‌دهد که بالا بودن ترکیبات فنولی، دلیل عمده بالا بودن فعالیت آنتی‌اکسیدانی است زیرا که بر اساس شواهد موجود، ارتباط مستقیمی بین محتوای ترکیبات فنولیک و قدرت آنتی‌اکسیدانی در گیاهان وجود دارد [۳۱]. همچنین در پژوهشی کونل و فوکس (۲۰۰۱)، به بررسی غنی‌سازی شیر و محصولات شیری با ترکیبات فنولیک پرداختند. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که وجود این ترکیبات در فراورده‌های شیری باعث بهبود خصوصیات آنتی‌اکسیدانی، حسی و ضد میکروبی در آن‌ها می‌شود [۳۲].

1 Oryzanol
2 Tochopherol

Table 3 The extraction efficiency and total phenolic compounds of the lettuce extract

Factor	Amount
Extraction efficiency (%)	23.72±1.53
Total phenolic compounds (mg GAE /100g DW)	512.86±5.46

Table 4 Mean percentage of antioxidant activity in supplemented yogurt containing rice bran and lettuce extract at 4 °C

Sample	day			
	1	7	14	21
Stirred yoghurt	40.55 ± 0.94^{Ac}	43.35 ± 1.04^{Bb}	47.57 ± 1.01^{Cb}	30.47 ± 1.06^{Dc}
Stirred yoghurt containing rice bran	42.64 ± 0.99^{Ab}	52.17 ± 0.98^{Ba}	52.29 ± 1.04^{Ba}	38.66 ± 1.00^{Cb}
Stirred yoghurt containing rice bran and lettuce extract	46.03 ± 0.96^{Aa}	53.20 ± 1.09^{Ba}	54.47 ± 1.06^{Ba}	39.04 ± 0.97^{Ca}

Non-similar large English letters in each row and small non-similar English letters in each column indicate a significant difference between the meanings ($p<0.05$).

۳-۳- خصوصیات فیزیکی-شیمیایی نمونه‌های ماست

ترکیب شیمیایی نمونه‌های ماست همزده ساده و حاوی سبوس برنج تخمیر شده و عصاره کاهو در جدول ۵ نشان داده شده است. همان طور که در جدول نشان داده شده است مقدار چربی و پروتئین خام در نمونه ماست ساده به صورت جزئی بیشتر از نمونه‌های دیگر بوده است. اما از نظر درصد ماده خشک کل و درصد ماده خشک بدون چربی نمونه‌های حاوی سبوس و همچنین سبوس برنج و عصاره دارای مقادیر بیشتر در مقایسه با نمونه ماست ساده بوده‌اند. نتایج حاصل نشان می‌دهد که با افزودن سبوس برنج و عصاره کاهو در نمونه‌ها، مقدار مادهٔ خشک افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد؛ وجود مقادیر زیاد مادهٔ خشک در سبوس برنج نسبت به شیر منجر به افزایش درصد مادهٔ خشک با افزودن سبوس برنج و عصاره کاهو به ماست می‌گردد. در مورد مقدار چربی و پروتئین نمونه نتایج نشان داد که افزودن سبوس برنج و عصاره تاثیری بر مقدار آن‌ها نداشته است.

Table 5 The chemical composition of various samples.

Treatment	Fat (%)	Protein (%)	Total dry matter (%)	Non-fat dry matter (%)
Stirred yoghurt	5.1 ± 0.00^{a}	5.2 ± 0.00^{a}	17.27 ± 0.03^{c}	12.17 ± 0.03^{c}
Stirred yoghurt containing rice bran	5.0 ± 0.00^{b}	5.7 ± 0.00^{b}	18.10 ± 0.00^{a}	13.10 ± 0.00^{a}
Stirred yoghurt containing rice bran and lettuce extract	5.0 ± 0.00^{b}	5.7 ± 0.00^{b}	17.99 ± 0.01^{b}	12.99 ± 0.01^{b}

The different letters in each column represent a significant difference between the means ($p<0.05$).

نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان داد (شکل ۱) که pH نمونه‌ها در طول زمان کاهش یافت که علت این پدیده می‌تواند بیشتر مربوط به تولید لاکتیک اسید توسط باکتری‌های لاکتیکی باشد که می‌توانند از دو مولکول لاکتوز، چهار مولکول لاکتیک اسید تولید کنند [۳۳ و ۳٤]. بیشترین مقدار کاهش pH مربوط به ماست حاوی سبوس برنج و عصاره کاهو بود. همزمان با کاهش pH تغییراتی در اسیدیته مشاهده شد به طوری که با گذشت زمان مقدار اسیدیته روند رو به افزایش نشان داد. در طول مدت زمان نگهداری، بالاترین اسیدیته در همه نمونه‌ها در روز ۲۱ مشاهده شد. یکی از دلایل آن می‌تواند این باشد که افزودن سبوس برنج و عصاره کاهو باعث بالا رفتن ماده خشک محصول می‌شود. این امر می تواند موجب افزایش اسیدیته گردد. به عنوان مثال در تحقیقی مشابه که از شیر خشک بدون چربی برای بالا بردن ماده خشک استفاده گردید؛ نتایج تحقیقات نشان داد که افزایش غلظت ماده جامد بدون چربی باعث افزایش معنی‌دار در اسیدیته ماست غلیظ شده نسبت به نمونه شاهد می‌گردد [۳٤ و۳۵]. علت بالا رفتن اسیدیته ماست به واسطه افزایش ماده خشک محصول می‌تواند به دلیل تحریک فعالیت متابولیکی باکتری‌های استارتر توسط ترکیبات فیبری باشد که با نتایج تحقیقات مشابه مطابقت دارد به عنوان مثال در تحقیقی سالوا[1] و همکاران (۲۰۰٤) نیز اذعان کردند که ماست حاوی عصاره هویج به دلیل داشتن اسیدهای آلی و همچنین تخمیر قندی و تولید اسید حاصل از فعالیت باکتری‌ها دارای pH پایین‌تری نسبت به ماست کنترل می‌باشد [۳۷].

1. Salwa

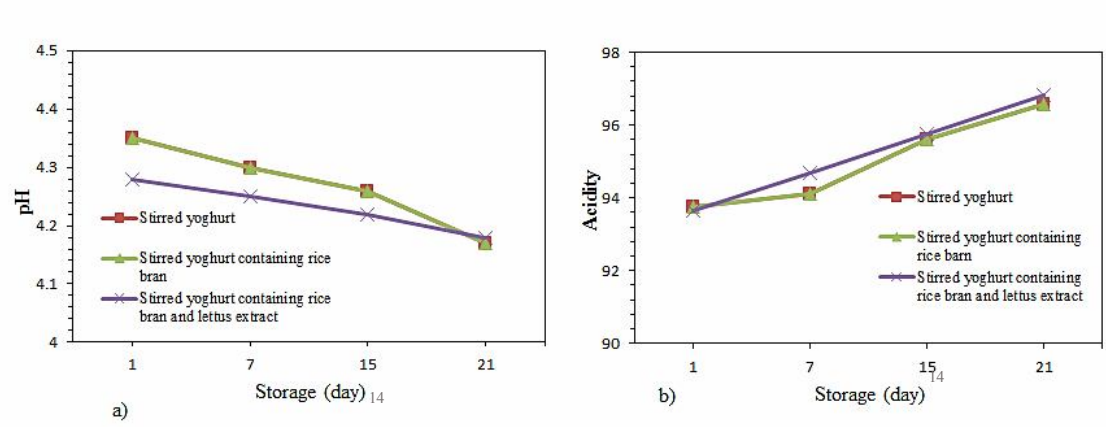

Fig 1. pH(a) and acidity (b) changes of different samples during storage

Fig pH (a) and acidity (b) changes of different samples during storage

۳-٤- آب‌اندازی نمونه‌های ماست

نتایج به دست آمده از جدول ٦، آب‌اندازی نمونه‌های مختلف ماست را نشان می‌دهد. آب‌اندازی در نمونه ماست ساده و همچنین در نمونه حاوی سبوس برنج تخمیری و نمونه حاوی سبوس برنج تخمیری و عصاره کاهو طی زمان ماندگاری افزایش یافت. با توجه به زنده‌مانی و فعالیت باکتری‌های آغازگر ماست در حین نگهداری در یخچال و در نتیجه هیدرولیز و هضم پروتئین‌های محصول توسط آن‌ها، با گذشت زمان، آب‌اندازی نمونه‌ها افزایش می‌یابد چرا که پروتئین‌های عامل بافت مطلوب خاصیت خود را از دست داده و پیوند آن‌ها گسسته می‌شود [۳۸ و ۳۹]. همچنین با افزودن سبوس برنج تخمیری و عصاره کاهو باعث بالا رفتن ماده خشک و افزایش فعالیت باکتری‌های آغازگر در محصول می‌شود و این امر موجب کاهش pH می‌گردد. با کاهش pH و عدم تشکیل شبکه ژلی کامل در حین گرمخانه‌گذاری باعث افزایش پدیده آب‌اندازی در محصول می‌شود [٤٠]. در پژوهشی بشاش علی‌آبادی و همکاران (۱۳۹۳)، گزارش کردند که افزودن گیاه خرفه به ماست باعث افزایش اسیدیته و کاهش pH شد؛ فعالیت باکتری‌های آغازگر تحت تاثیر قرار گرفت و آب‌اندازی ماست افزایش یافت؛ در واقع، باکتری‌ها با مصرف مواد قندی و تولید اسیدهای آلی، کاهش pH را به دنبال داشتند که افزایش آب‌اندازی نمونه حاوی گیاه خرفه را می‌توان به کاهش pH محصول و شل شدن بافت نسبت داد [٦].

Table 6. The syneresis of different samples of yogurt during storage.

Sample	day			
	1	7	14	21
Stirred yoghurt	2.64 ± 0.00^{Ab}	2.54 ± 0.00^{Ab}	$2.52\pm.00^{Ba}$	2.48 ± 0.01^{Cc}
Stirred yoghurt containing rice bran	2.53 ± 0.01^{Ab}	2.47 ± 0.01^{Ba}	2.43 ± 0.01^{Ba}	2.37 ± 0.00^{Cb}
Stirred yoghurt containing rice bran and lettuce extract	20.26 ± 0.02^{Ab}	20.24 ± 0.02^{Ba}	20.22 ± 0.02^{Ba}	20.13 ± 0.13^{Cb}

Non-similar large English letters in each row and small non-similar English letters in each column indicate a significant difference between the meanings ($p<0.05$).

۳-۵- ویسکوزیته نمونه‌های ماست

ویسکوزیته ماست یک ویژگی مهم است که بر کیفیت آن اثر می‌گذارد. ماست هم‌زده به صورت یک ماده همگن و ویسکوز می‌باشد که این ویسکوزیته تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله دمای انکوباسیون، محتوای چربی و کازئین، تیمار حرارتی شیر، اسیدیته شیر، نوع کشت آغازگر و ترکیبات افزودنی قرار می‌گیرد. مطابق با نتایج به دست آمده و گزارش شده در جدول ۷، ویسکوزیته نمونه‌های ماست طی زمان کاهش یافت. همچنین نتایج نشان داد که در همه زمان‌های نگهداری، ماست حاوی سبوس برنج و عصاره کاهو دارای ویسکوزیته کمتری در مقایسه با نمونه ماست ساده و نمونه حاوی سبوس برنج تخمیر شده بوده است. بررسی نتایج به دست آمده نشان می‌دهد با افزودن سبوس برنج و عصاره کاهو باعث کاهش ویسکوزیته در مدت زمان نگهداری شده است. این کاهش ویسکوزیته ارتباط مستقیمی با افزودن سبوس برنج و عصاره کاهو داشت. کاهش

ویسکوزیته را می‌توان به کاهش pH محصول و در نتیجه، شل شدن ماست و در نهایت، افزایش آب‌اندازی نسبت داد [٤٠]. به نظر می‌رسد این کاهش ویسکوزیته به علت نقش این اسیدهای آلی موجود در عصاره‌های گیاهی در تغییر موقعیت قرارگیری و تجمع میسل‌های کازئین در ماست باشد. از آنجا که ماست یک شبکه پروتئینی محسوب می‌شود، ممکن است افزایش غلظت عصاره موجب اختلال در تجمع میسل‌های کازئینی شده در نتیجه منجر به کاهش ویسکوزیته شود [٤١]. همچنین چروکیدگی ساختار سه بعدی شبکه پروتئینی رخ می‌دهد که منجر به کاهش قدرت اتصال پروتئین‌های آب پنیر و خروج آن از ماست می‌گردد. نتایج به دست آمده در این پژوهش با سایر تحقیقات مشابه یکسان بوده است [٤٠، ٤٢ و٤٣].

Table 7 The viscosity (mPa.s) of different samples of yogurt during storage

Sample	day			
	1	7	14	21
Stirred yoghurt	5510.52 ± 0.24^{a}	4285.66 ± 0.27^{b}	3172.09 ± 0.57^{c}	2887.71 ± 0.18^{d}
Stirred yoghurt containing rice bran	4263.42 ± 0.23^{e}	3213.30 ± 0.25^{f}	2775.12 ± 0.23^{g}	2623.34 ± 0.22^{h}
Stirred yoghurt containing rice bran and lettuce extract	3956.65 ± 0.23^{i}	2801.02 ± 0.26^{j}	2656.64 ± 0.23^{k}	2534.51 ± 0.18^{l}

۳-٦- آزمون های میکروبی

شکل ۲ تغییرات شمارش باکتری‌های *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* تیمارهای مختلف ماست فراسودمند و ماست هم‌زده ساده طی مدت ۲۱ روز نگهداری را نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن بود که شمارش هر دو باکتری اسید لاکتیکی در طی مدت زمان نگهداری به طور معنی داری ($p<0.05$) کاهش پیدا کرد، با این وجود در نمونه‌های ماست فراسودمند شیب کاهش محسوس‌تر بود. تمیم (۲۰۰۷) گزارش داد که تولید اسید در طی زمان نگهداری می‌تواند منجر به کاهش تعداد باکتری‌های آغازگر شود [۲]. به طور کلی مشخص شد که در تمامی نمونه‌های ماست تعداد باکتری *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* بیشتر از باکتری *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* بود که به احتمال زیاد به علت سازگار بودن این باکتری با شرایط نمونه‌های ماست می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که میان تیمارهای مختلف ماست فراسودمند و ماست هم‌زده ساده اختلاف معنی داری ($p<0.05$) در تعداد باکتری‌های استارتر آغازگر طی روزهای مختلف نگهداری وجود داشت. به طوری که مشخص شد شمارش باکتری‌های آغازگر در ماست‌های فراسودمند در طی مدت زمان نگهداری به طور معنی داری ($p<0.05$) کمتر از ماست هم‌زده ساده بود. علت این پدیده هم می‌تواند مربوط به وجود ترکیبات فنولیک موجود در عصاره‌های گیاهی باشد که از رشد باکتری‌های استارتر آغازگر جلوگیری می‌کنند [۲]. بوئنو و همکاران (۲۰۱٤) نشان دادند که در ماست حاوی پالپ توت فرنگی، تمشک و پیتانگا شمارش باکتری‌های آغازگر و همچنین باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* کمتر از ماست کنترل می‌باشد [٤٣]. کمترین تعداد باکتری‌های *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* مربوط به ماست حاوی سبوس برنج تخمیری و عصاره کاهو بود که این نتیجه با pH پایین‌تر و میزان بالای ترکیبات فنولیک این ماست در مدت زمان نگهداری قابل توجیه است.

شمارش حاصل از باکتری های کلی‌فرم نشان داد (جدول ۸) نمونه‌ها فاقد این نوع باکتری بوده که این نتایج با گزارش فراهات و الباتاوی[1] (۲۰۱۳)، در مورد ماست‌های غنی شده با انبه، کیوی، آناناس به طور کامل مطابقت دارد [٤٤]. علت عدم وجود این باکتری‌ها می‌تواند ناشی از حرارت‌دهی مناسب پاستوریزاسیون، شرایط بهداشتی فرایند تولید، بسته بندی بهداشتی، pH اسیدی و جود ترکیبات ضدمیکروبی موجود در عصاره‌های مورد استفاده در ماست تولیدی باشد [۲، ٤٥ و٤٦].

استافیلوکوکوس اورئوس باکتری گرم مثبت و هوازی تا بی-هوازی اختیاری است. این باکتری یکی از مهم‌ترین عوامل مسمومیت غذایی است که به خصوص از طریق فرآورده‌های شیری منتقل می‌شود، بنابراین توجه به آلودگی آن بسیار مهم است [٢٦].

1. Farahat and El-Batawy

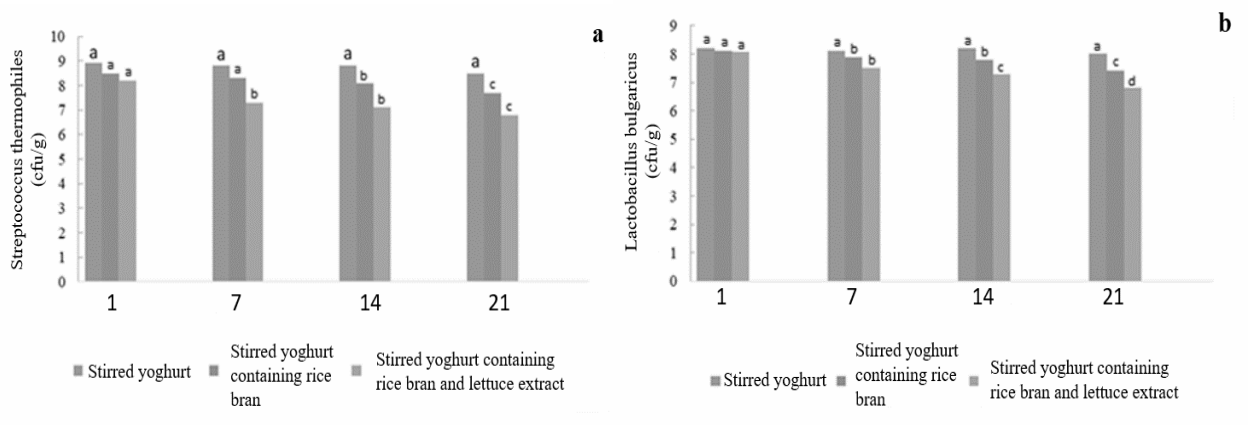

Fig 2 Changes in streptococcus thermophiles (a) and lactobacillus bulgaricus (b) bacterial count in different samples during storage (non-similar English letters in each column indicate a significant difference between the meanings ($p<0.05$)).

Table 8 Counting bacteria and molds after 21 day of storage

Property	Products		
	Stirred yoghurt	Stirred yoghurt containing rice bran	Stirred yoghurt containing rice bran and lettuce extract
Coliform (CFU/g)	0.0	0.0	0.0
Escherichia coli (CFU/g)	Negative	Negative	Negative
Coagulase positive Staphylococci (CFU/g)	Negative	Negative	Negative
Mold and Yeast (CFU/g)	0.0	0.0	0.0

نتایج نشان داد (جدول ۸) که باکتری‌های بیماری‌زا *استافیلوکوکوس اورئوس* و *اشرشیا کلی* در نمونه‌های در نمونه‌های مختلف ماست رنگی و کنترل نتوانستند رشد نمایند. به احتمال زیاد، شرایط بهداشتی فرایند تولید، pH اسیدی و وجود ترکیبات ضدمیکروبی در ماست‌های فراسودمند از مهم‌ترین عوامل جلوگیری از رشد این میکروارگانیسم‌ها می‌باشند. اوسایلی[1] و همکاران (۲۰۱۳)، با بررسی ماندگاری باکتری اشرشیا کلی با شرایط تخمیر متفاوت و زمان های نگه‌داری ماست‌های میوه‌ای به این نتیجه رسیدند که استفاده از دمای بالای تخمیر ماست و افزایش زمان نگه‌داری منجر به کاهش تعداد باکتری اشرشیا کلی می‌شود [۴۷].

٤- نتیجه‌گیری

ماست فراسودمند یکی از محصولات شیری است که می‌تواند حاوی ترکیبات زیست فعال به منظور افزایش تنوع، مقبولیت و بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای و دارویی مانند فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی، ضد سرطانی، ضد جهش و ضد میکروبی باشد. طبق تحقیقات صورت گرفته غنی‌سازی ماست با عصاره‌های گیاهی می‌تواند باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، تغذیه‌ای و حسی آن شود. به طور کلی می‌توان بیان کرد با افزودن عصاره کاهو به نمونه‌های ماست حاوی سبوس برنج تخمیری باعث کاهش pH و افزایش اسیدیته گردید. همچنین این کاهش pH باعث افزایش آب‌اندازی و کاهش ویسکوزیته در نمونه‌ها گردید. در رابطه با آزمون حسی لازم به ذکر است که در بین نمونه‌های حاوی سبوس برنج تخمیری و عصاره کاهو، نمونه ماست حاوی ٦/٦درصد سبوس برنج تخمیری دارای بیشترین و نمونه ماست حاوی ۲/۲درصد سبوس برنج تخمیری و عصاره ۰/۵ درصد کاهو کمترین امتیاز حسی را به خود اختصاص داد. به طور کلی نمونه ای که دارای ویژگی‌های نزدیک به نمونه شاهد باشد شانس بیشتری برای پذیرش توسط مصرف کننده را دارد بر همین اساس می‌توان گفت با توجه به آزمایشات انجام شده افزودن عصاره کاهو موجب ایجاد تفاوت‌های زیاد با نمونه شاهد می‌شود. از بین آزمایش‌های انجام شده نمونه‌های حاوی سبوس برنج تخمیر شده بیشترین تشابه را با نمونه شاهد داشتند. همچنین نتایج آزمون میکروبی حاکی از آن بود که شمارش باکتری‌های استارتر طی مدت زمان نگهداری

1. Osaili

کاهش یافت که علت این پدیده هم می‌تواند تولید اسید در طی زمان نگهداری باشد که منجر به کاهش تعداد باکتری‌های استارتر می‌شود و همچنین مربوط به وجود ترکیبات فنولیک موجود در عصاره‌های گیاهی باشد که از رشد باکتری‌های استارتر آغازگر جلوگیری می‌کنند. در رابطه با آزمون باکتری‌ها بیماری‌زا و کپک و مخمر لازم به ذکر است که نمونه‌ها عاری از هرگونه از این نوع میکروارگانیسم‌ها بود که ناشی از شرایط بهداشتی فرایند تولید، pH اسیدی و وجود ترکیبات ضدمیکروبی در ماست‌های فراسودمند از مهم‌ترین عوامل جلوگیری از رشد این میکروارگانیسم‌ها می باشند. در پایان نیز می‌توان به این نتیجه دست یافت که نمونه حاوی سبوس تخمیری فرآورده تولید شده را می‌توان به عنوان یک محصول فراسودمند معرفی نمود.

۵- منابع

[1] Stanbury. P. F., Whitaker. A., and Hall. S. J. (2016). Principles of Fermentation Technology. Elsevier Science.

[2] Tamime. A. Y., and Robinson. R. K. (2007). Tamime and Robinson's Yoghurt Science and Technology, Third Edition. Taylor & Francis.

[3] Mckinley. M. C. 2005. The nutrition and health benefits of yoghurt, *Int. J. Dairy Technol.*, vol. 58, no. 1, pp. 1–12

[4] Gahruie. H. H., Eskandari. M. H., Mesbahi. G., and Hanifpour. M. A. (2015). Scientific and technical aspects of yogurt fortification: A review, *Food Sci. Hum. Wellness*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8.

[5] Granato. D., Branco. G. F., Cruz. A. G., Faria. J. de A. F., and Shah. N. P. (2010). Probiotic Dairy Products as Functional Foods. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, vol. 9, no. 5, pp. 455–470, 2010.

[6] Bashash Ali Abadi. F, Fadai Noghaee. and, Fahim Knowledge. M. (2015). Examination of some physicochemical and sensory properties of mesophthora enriched with purple. Journal of Science and Technology Innovation, vol. 25, no. 2, pp. 283–297. (In Farsi).

[7] Souri. E., Amin. G., Farsam. H., and Andaji. S. (2004). The antioxidant activity of some commonly used vegetables in Iranian diet. *Fitoterapia*, vol. 75, no. 6, pp. 585–588.

[8] Caldwell. C. R. (2010). Alkylperoxyl radical scavenging activity of red leaf lettuce (Lactuca sativa L.) phenolics. *J. Agric. Food Chem.*, vol. 51, no. 16, pp. 4589–4595.

[9] Pourali. O., Asghari. F. S., and Yoshida. H. (2010). Production of phenolic compounds from rice bran biomass under subcritical water conditions. *Chem. Eng. J.*, vol. 160, no. 1, pp. 259–266.

[10] Amissah. J. G. N., Ellis. W. O., Oduro. I., and Manful. J. T. (2003). Nutrient composition of bran from new rice varieties under study in Ghana. *Food Control*, vol. 14, no. 1, pp. 21–24.

[11] Pang. Y., Ahmed. S., Xu. Y., Beta. T., Zhu. Z., Shao. Y., and Bao. J. (2018). Bound phenolic compounds and antioxidant properties of whole grain and bran of white, red and black rice," *Food Chem.*, vol. 240, pp. 212–221.

[12] Ahmadi Kamazani. N., Elhamirad. A., Ghavami. M., Moridi Farimani. M., Armin. M. (2017). Extraction of antioxidant extracts from lettuce waste with ultrasound and evaluation of its antioxidant activity. *Food Science and Nutrition*., vol. 14, no. 2, pp. 21–38. (In Farsi).

[13] Maran. J. P., Sivakumar. V., Thirugnanasambandham. K., and Sridhar. R. (2014). Microwave assisted extraction of pectin from waste Citrullus lanatus fruit rinds. *Carbohydr. Polym.*, vol. 101, pp. 786–791.

[14] Ordoñez. A. A. L., Gomez. J. D., Vattuone. M. A., and lsla. M. I. (2006). Antioxidant activities of Sechium edule (Jacq.) Swartz extracts. *Food Chem.*, vol. 97, no. 3, pp. 452–458.

[15] Lawless. H. T., and Heymann. H. (2010). Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices. Springer New York.

[16] Institute of Standards and Industrial Research of Iran . (2006). Milk and milk products - Determination of titrable acidity and value pH - Test method. ISIRI no 2852. 1st Revision, Karaj: ISIRI; (In Farsi).

[17] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2015). Milk and milk products-Determination of nitrogen content — Part 1:Kjeldahl principle and crude protein calculation. ISIRI no 9188-1. 1st Revision, Karaj: ISIRI; (In Farsi).

[18] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2002).Cheese and processed cheese – determination of total solids content, (Reference method)- Test method. ISIRI no 1853. 1st Revision, Karaj: ISIRI; (In Farsi).

[19] Institute of Standards and Industrial

Research of Iran. (2010). Milk . Determination of fat content. ISIRI no 384. 1st Revision, Karaj: ISIRI; (In Farsi).

[20] Tamime. A. Y., Barrantes. E., and Sword. A. M. (1996). The effect of starch based fat substitutes on the microstructure of set-style yogurt made from reconstituted skimmed milk powder," *Int. J. Dairy Technol.*, vol. 49, no. 1, pp. 1–10.

[21] Akın. M. B., Akın. M. S., and Kırmacı. 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 Chem.*, vol. 104, no. 1, pp. 93–99.

[22] Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine,* 26, 1231–1237.

[23] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2007). Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of coliforms – Colony-count technique. ISIRI no 9263. 1st Revision, Karaj: ISIRI; (In Farsi).

[24] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2016). Milk and Milk Products-Enumeration of Presumptive *Esherichia coli*-Most probable number(MPN). ISIRI no 5234. 1st Revision, Karaj: ISIRI; (In Farsi).

[25] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. (2008). Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds - Part 1 : Colony count technique in products with water activity greater than 0.95. ISIRI no 10899-2. 1st Revision, Karaj: ISIRI; (In Farsi)

[26] Vahedi, N. and Mazaheri, M. (2009). Optimization of Fructose Concentrated Yogurt Formulation and its Quality Evaluation during Shelf Life, *Proceedings of the 18th National Conference on Food Science*, Mashhad. (In Farsi).

[27] Champagne. E. T. (2004). *Rice: Chemistry and Technology*. American Association of Cereal Chemists.

[28] Jullano. B. O. (1985). *Rice: Chemistry and Technology*. American Association of Cereal Chemists.

[29] Iqbal. S., Bhanger. M. I., and Anwar. F. (2005). Antioxidant properties and components of some commercially available varieties of rice bran in Pakistan," *Food Chem.*, vol. 93, no. 2, pp. 265–272.

[30] Chen. J. H., and Ho. C. T. (1997). Antioxidant Activities of Caffeic Acid and Its Related Hydroxycinnamic Acid Compounds," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 45, no. 7, pp. 2374–2378.

[31] Thériault. M., Caillet. S., Kermasha. S., and Lacroix. M. (2006). Antioxidant, antiradical and antimutagenic activities of phenolic compounds present in maple products," *Food Chem.*, vol. 98, no. 3, pp. 490–501.

[32] O'Connell. J. E., and Fox. P. F., (2001). Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: a review," *Int. Dairy J.*, vol. 11, no. 3, pp. 103–120.

[33] Hesari, J. & Manafi, R. (2009). Technology of Fermented products Processing. Tehran: Academic Center Applied Science Press. (In Farsi).

[34] Grossi. Gh., Yazdi. Z., and Ahmadi. J. (2011). Optimization of Phytosterol Enriched Yogurt Production to Reduce Cholesterol, Journal of Food Science and Technology, Vol. 7, No. 2, 163-156. (In Farsi).

[35] Yasamani Farimani, T., Khamiri, M. & Mazaheri Tehrani, M. (2009). Effect of soy milk on the survival of the *lactobacillus Acidophilus* bacteria during Probiotic yoghurt drink storage. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 16, 423-429. (In Farsi).

[36] Karnopp. A. R., Oliveira. K. G., de Andrade. E. F., Postingher. B. M., and Granato. D. (2017). Optimization of an organic yogurt based on sensorial, nutritional, and functional perspectives," *Food Chem.*, vol. 233, pp. 401–411.

[37] Salwa. A. A., Galal. E.A., and Neimat A. E. (2004). Carrot Yoghurt : Sensory, Chemical, Microbiological Properties and Consumer Acceptance," *Pakistan J. Nutr.*, vol. 3, no. 6, pp. 322–330.

[38] Tarakçi. Z., and Küçüköner. E. (2003). Physical, Chemical, Microbiological and Sensory Characteristics of Some Fruit-Flavored Yoghurt," *YYÜ Vet Fak Derg*, vol. 14, no. 2, pp. 10–14.

[39] Mazaheri, M. and Vahedi, N. (2009). Optimization of fruit yoghurt formulation and quality evaluation during storage. *Journal of*

Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources, 13(48), 251-260. (In Farsi).

[40] Alirezalu, K., Hesari, J., Sadeghi, M. H. and Rezaei, A. (2015). Evaluation of quality properties and shelf life of functional colored yoghurt incorporating containing beetroot, spinach and tomato extract. *Journal of Food Research*, 25(2), 283-297. (In Farsi).

[41] Boeneke. C. A., and Aryana. K. J. (2008). Effect of folic acid fortification on the characteristics of lemon yogurt," *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 41, no. 7, pp. 1335–1343.

[42] Bueno. L., Silva. T. M. S., Perina. N. P., Bogsan. C., and. Oliveira. M. N. (2014). Addition of strawberry, raspberry and 'pitanga' pulps improves the physical properties of symbiotic yoghurts," *Chem. Eng. Trans.*, vol. 38, no. July.

[43] Farahat. A. M., and El-Batawy. O. I. (2013). Proteolytic Activity and Some Properties of Stirred Fruit Yoghurt Made Using Some Fruits Containing Proteolytic Enzymes," *World J. Dairy Food Sci.*, vol. 8, no. 1, pp. 38–44.

[44] Rao. D. R., Alhajali. A., and Chawan. C. B. (1987). Nutritional, Sensory and Microbiological Qualities of Labneh Made from Goat Milk and Cow Milk," *J. Food Sci.*, vol. 52, no. 5, pp. 1228–1230.

[45] Hossain. M. N. (2012). Quality Comparison and Acceptability of Yoghurt with Different Fruit Juices," *J. Food Process. Technol.*, vol. 3, no. 8.

[46] Plata. K., Rosato. A. E., and Wegrzyn. G. (2009). Staphylococcus aureus as an infectious agent: Overview of biochemistry and molecular genetics of its pathogenicity," *Acta Biochim. Pol.*, vol. 56, no. 4, pp. 597–612.

[47] Osaili. T. M., Taani. M., AlNabulsi. A. A., Attlee. A., Odeh. R. A., Holley. R. A., and Obaid. R. S. (2017). Survival of *Escherichia coli* O157:H7 during the Manufacture and Storage of Fruit Yogurt," *J. Food Saf.*, vol. 33, no. 3, pp. 282–290.

Evaluation of Physicochemical, Sensory and Rheological Properties of Stirred Yoghurt Fortified with Rice Bran and Lettuce Extract during Shelf-Life

Esfandiari, H. [1] , Moslehishad, M. [1*]

1. Department of Food Science and Technology, Safadasht Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

(Received: 2018/05/02 Accepted:2019/02/06)

The purpose of this study was to investigate physicochemical, rheological and sensory properties of stirred yoghurt fortified with fermented rice bran and lettuce extract. For lettuce extraction was performed by ultrasound method. Fermented rice bran (2,4,6 and 8%) and lettuce extract (0.5,1,2 and 3%) were added to sterile milk. Starter culture (*Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*) were inoculated at 42 °C. After incubation, sensory evaluation was performed and then physicochemical tests including pH, acidity, synersis, and viscosity were performed on the specimens.The samples were stored (in the refrigerator) for 21 days and they were analyzed every 7 days. The results showed that samples containing fermented rice bran and lettuce extract had a lower pH (4.36 against 4.28) and acidity (92.8 against 96.4) than control samples. Also, by decreasing pH and increasing acidity, which weakened the gel structure of casein micelles, it increased synersis (2.64 against 20.26) and reduced viscosity (5510.52 against 3956.65 mPa.s) in the samples. Also, adding fermentation rice bran and lettuce extract caused changes in the chemical composition of the samples which increased the amount of dry matter and increased the amount of phenolic compounds. The results of sensory evaluation showed that adding lettuce extract to the samples resulted in a significant reduction in sensory evaluation. Yoghurt containing 6% fermented rice bran, and the sample containing 6% fermented rice bran and 2% lettuce extract had the highest sensory rating. The results revealed that yoghurt containing fermented rice bran can be considered as a functional product with good health properties.

Keywords: Stirred Yogurt, Fermented Rice Bran, Lettuce extract, Functional Food

* Corresponding Author E-Mail Address: moslehishad@safaiau.ac.ir