

بررسی ویژگی‌های کیفی و ماندگاری ماست رنگی فراسودمند غنی شده با عصاره‌های چغندر قند، اسفناج و گوجه فرنگی

کازم علی‌رضالو^{۱،۲*}، جواد حصاری^۳، محمد حسن صادقی^۴ و اشکان رضایی^۵

^۱ پژوهشگر مرکز تحقیقات، توسعه و کیفیت سازمان اتکا

^۲ دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

^۳ استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

^۴ کارشناس ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

^۵ دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

*مسئول مکاتبه: Email:kazem.alirezalu@yahoo.com

چکیده

هدف این پژوهش، تولید ماست‌های رنگی فراسودمند با استفاده از ترکیبات گیاهی در جهت افزایش تنوع محصولات لبنی و بهبود ویژگی‌های کیفی، تغذیه‌ای و زمان ماندگاری بود. برای تولید ماست‌های رنگی فراسودمند ابتدا بهترین غلظت عصاره مورد استفاده توسط ارزیابی ویژگی‌های حسی پانلیست‌ها در سطوح ۲، ۴ و ۶ درصد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که غلظت ۴٪ از عصاره تغلیظ شده (۷۰٪) از چغندر قند، اسفناج و گوجه فرنگی بهترین تیمار مورد بررسی بود. در مرحله بعدی ماست‌های رنگی شامل ماست رنگی حاوی عصاره چغندر قند، ماست رنگی حاوی عصاره اسفناج و ماست رنگی حاوی عصاره گوجه فرنگی به همراه ماست کنترل تولید شدند. در نهایت آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی، میزان ترکیبات فنولیک، شمارش میکروبی و ارزیابی بافتی در مدت زمان ۲۱ روز و هر ۷ روز انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین میزان پروتئین و چربی به ترتیب مربوط به ماست‌های اسفناج و کنترل بود. از سوی دیگر در طول مدت زمان نگهداری میزان pH و شمارش باکتری‌های استارتر *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* کاهش ولی میزان اسیدیته، آب اندازی و شمارش کپک‌ها و مخمرها افزایش پیدا کرد. هیچ باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* و *اشریشیاکلی* در نمونه‌های ماست گزارش نشد و میزان کلیفرم‌ها در محدوده زیر ۱۰ Cfu/g بودند که نشان دهنده شرایط بهداشتی فرایند تولید بود. با توجه به تمامی ویژگی‌های مورد بررسی در این پژوهش می‌توان از ماست چغندر قند به عنوان بهترین نمونه تولیدی ذکر کرد که علاوه بر ویژگی‌های حسی، تغذیه‌ای و بافتی دارای کیفیت میکروبی بالاتری بوده و زمان ماندگاری بیشتری را نیز نشان داد.

واژگان کلیدی: ماست رنگی فراسودمند، چغندر قند، اسفناج، گوجه فرنگی، کیفیت تغذیه‌ای

مقدمه

در سال‌های اخیر توجه بیشتری به عملکرد سوم غذاها شده است. عملکرد سوم در غذاها، نقش ترکیبات غذایی در پیشگیری از بیماری‌ها توسط تعدیل سیستم‌های فیزیولوژیکی می‌باشد. فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی، ضدسرطانی، ضدجوش و ضد میکروبی، مثال‌هایی از نقش این ترکیبات غذایی می‌باشند. به دلیل افزایش نگرانی برای رژیم غذایی سالم، در بسیاری از کشورهای جهان تلاش‌هایی برای توسعه غذاهای جدید با عملکرد سوم انجام پذیرفته است. غذاهای دارای عملکرد سوم که تحت عنوان غذاهای فراسودمند نامیده می‌شوند به عنوان عاملی مهم در سالم ماندن افراد معرفی شده‌اند. غذاهای فراسودمند با بهبود اجزای غذایی همراه با جلوگیری از بیماری‌ها و افزایش سلامت عقلانی و فیزیکی مصرف‌کنندگان در ارتباط می‌باشد (پاپکین ۲۰۰۱ و ایستوان و همکاران ۲۰۰۸).

در چند دهه گذشته مصرف محصولات تخمیری شیر به ویژه ماست به طور چشمگیری افزایش پیدا کرده است. بیشترین افزایش در طی دهه ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰ روی داد که به احتمال فراوان دلیل آن می‌تواند مربوط به افزایش آگاهی مردم از اثرات سودمند و سلامتی بخش محصولات تخمیر شده شیری باشد (فارنورث ۲۰۰۸). در سراسر جهان انواع مختلف ماست تولید می‌شود که اصول کلی تولید آنها مشابه هم می‌باشد. علیرغم افزایش تولید ماست در ایران، آمارها حاکی از آن است که سرانه مصرف فرآورده‌های شیری در ایران حدود نصف میزان استاندارد جهانی و یک چهارم میزان مصرف در کشورهای پیشرفته است (مظاهری تهرانی و همکاران ۱۳۸۵) بطوریکه زیان‌های اقتصادی بعضی از بیماری‌ها، نظیر پوکی استخوان که در نتیجه پایین بودن مصرف شیر و فرآورده‌های شیری ایجاد می‌شوند، چندین برابر یارانه شیر است، برای مثال، میزان مصرف سرانه ماست در ایران حدود ۲۴/۵ کیلوگرم و در هلند

حدود ۴۵ کیلوگرم می‌باشد (مظاهری تهرانی و همکاران ۱۳۸۵).

از سوی دیگر بهبود رژیم غذایی و شیوه‌های زندگی سلامت بخش در جهت کاهش بیماری‌ها به جنبه‌های مختلفی وابسته است. در این بین غذا و کشاورزی جزء عوامل قابل توجه در جهت بهبود رژیم سلامت بخش در گروه‌های مختلف جمعیت می‌باشند. ماست‌های فراسودمند یکی از محصولات لبنی است که می‌تواند حاوی ترکیبات زیست فعال به منظور افزایش مقبولیت و بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای و دارویی باشد. ترکیبات مختلفی برای تولید ماست‌های فراسودمند می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد که می‌توان به پروبیوتیک، پری‌بیوتیک، سینبیوتیک‌ها، اسیدهای چرب غیراشباع، فیبرهای گیاهی، مواد معدنی، ویتامین‌ها، آنتی‌اکسیدان‌ها، ترکیبات فیتوشیمیایی و اخیراً رنگدانه‌ها اشاره کرد (امیردیوانی و صالحین حاجی بابا، ۲۰۱۲).

استفاده از عصاره‌های گیاهی برای تولید ماست و سایر محصولات لبنی می‌توانند سبب کاهش خطر بیماری‌های مزمن مانند سرطان، پوکی استخوان و بیماری‌های قلبی شوند. این عصاره‌ها شامل گلوکز اینولات، آنتی‌اکسیدان‌ها، آنتوسیانین‌ها، لیکوپن و ترکیبات فنولیک مثل فلاونوئیدها هستند. از نمونه محصولات حاوی ترکیبات فیتوشیمیایی می‌توان محصولات لبنی، قنادی مربوط به کودکان حاوی عصاره گیاهی مانند چای سبز، برگ زیتون، رزماری، کلم بروکلی، جوانه سبز گندم، کلم و هویج را نام برد (امیردیوانی و صالحین حاجی بابا ۲۰۱۲).

بررسی منابع مختلف نشان می‌دهد در ارتباط با استفاده از ترکیبات رنگی گیاهی برای تولید ماست‌های فراسودمند پژوهش‌های اندکی وجود دارد. بنابراین هدف این پژوهش تولید ماست‌های فراسودمند رنگی با افزودن عصاره‌های رنگی گیاهی شامل عصاره چغندر قند (حاوی بتالائین)، عصاره اسفناج (حاوی کلروفیل) و عصاره گوجه فرنگی (حاوی لیکوپن) به

استخراج و تغلیظ عصاره‌ها

چغندرهای مورد استفاده در این تحقیق ابتدا به خوبی شسته شدند. بعد عمل بلانچینگ با آب داغ ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه جهت غیرفعال کردن آنزیم‌ها انجام گرفت. چغندرها پس از سرد شدن پوست گیری شدند و عصاره گیری از نمونه‌ها در شرایط سرد انجام گرفت. در مورد گوجه فرنگی و اسفناج، ابتدا نمونه‌ها با آب سرد به خوبی شسته شدند. سپس توسط دستگاه عصاره گیری عمل استخراج عصاره انجام شد. در مرحله بعد پس از فیلتراسیون (پارچه پشمی)، عمل پاستوریزاسیون عصاره برای جلوگیری از تغییرات بافت و رنگی به مدت ۳۰ ثانیه و در دمای °C ۷۰-۷۵ انجام شد (فخاری زواره و باقی پور، ۱۳۸۸). با توجه به اینکه عصاره‌های تولیدی دارای رطوبت می‌باشند و چون آب موجود باعث افزایش میزان آب اندازی ماست-های تهیه شده می‌شود، بنابراین ابتدا عصاره‌های گیاهی با استفاده از اواپراتور روتاری تحت خلاء و دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد تا بریکس ۷۰ تغلیظ شدند. عصاره-های موجود برای تولید ماست‌های رنگی در همان روز تولید ماست، تهیه و تغلیظ شدند.

تولید ماست‌های رنگی فراسودمند

مراحل تولید ماست‌های رنگی فراسودمند حاوی عصاره چغندر قند، اسفناج و گوجه فرنگی مطابق شکل ۱ انجام شد (حصاری و منافی ۱۳۸۹). بعد از انتخاب ماست‌های رنگی بهینه شده توسط ارزیابی حسی پانلیست‌ها از لحاظ ویژگی‌های ظاهری، عطر و طعم و بافتی، نمونه-های ماست رنگی تولید شده به همراه نمونه کنترل به مدت ۲۱ روز در دمای °C ۴ نگهداری شدند و آزمایش-های زیر انجام گرفت.

منظور افزایش تنوع و مقبولیت ظاهری، بازارپسندی محصول و بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای و همچنین افزایش مدت زمان نگهداری ماست در جهت اصلاح الگوهای مصرف غذا در جامعه و تاکید بر تولید و مصرف غذاهای فراسودمند بود.

مواد و روش‌ها

شیر گاو

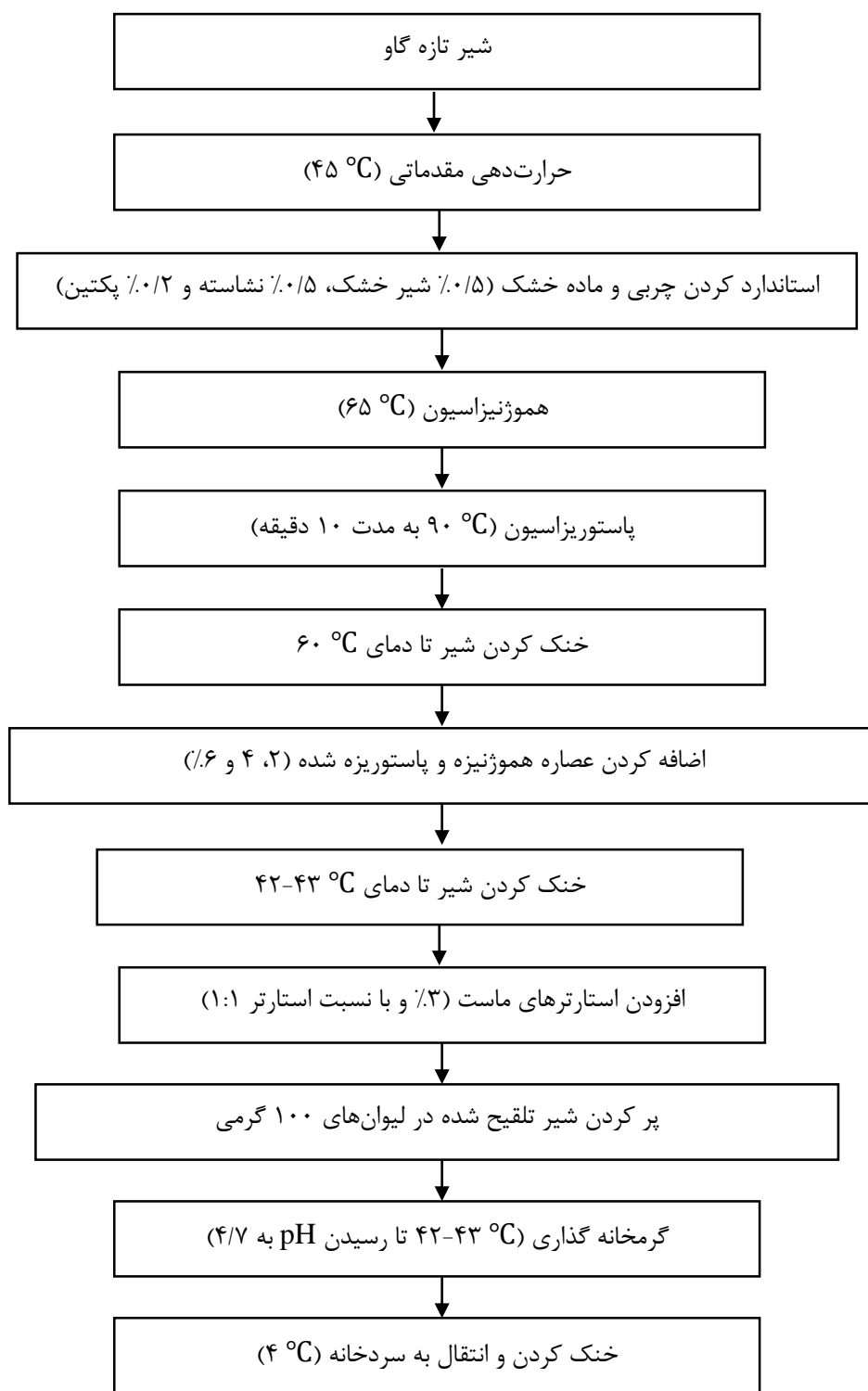
در مرحله اول برای تهیه نمونه‌های ماست، شیر خام گاوی به میزان ۱۰ کیلوگرم از بخش گاوداری واقع در مجتمع تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد شبستر خریداری شد. ویژگی‌های شیر خام مورد استفاده شامل: ماده خشک (۱۲/۵٪)، پروتئین (۳/۷۵٪)، چربی (۳/۱٪)، pH (۶/۷۲)، لاکتوز (۴/۸۲٪) خاکستر (۰/۸۲٪) بود.

مایه ماست

مایه ماست مورد استفاده جهت تولید ماست از کارخانه شیر پاستوریزه پگاه آذربایجان شرقی در تیر ماه ۱۳۹۲ تهیه گردید. مایه ماست مورد استفاده حاوی باکترهای آغازگر استرپتوکوکوس سالیوارئوس زیرگونه ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس دلبروئکی زیرگونه بولگاریکوس به نسبت ۱:۱ (شرکت Rhodia Food، فرانسه) بود.

مواد شیمیایی و محیط‌های کشت مورد استفاده

کلیه مواد شیمیایی و محیط‌های کشت مورد استفاده در این پروژه ساخت کارخانه مرک^۱ آلمان با درجه خلوص تجزیه‌ای بودند.



شکل ۱- فلودیاگرام تولید ماست رنگی فراسودمند

فیزیکی-شیمیایی

آزمایش‌های pH، اسیدیته، میزان ماده خشک، چربی و پروتئین نمونه‌های ماست رنگی فراسودمند و کنترل با

استفاده از روش‌های توضیح داده شده توسط مارشال

(۲۰۰۵) انجام شد. میزان آب اندازی نمونه‌های ماست با

استفاده از روش الکادامانی و همکاران (۲۰۰۲) محاسبه شد.

ترکیبات فنولیک

میزان ترکیبات فنولیک کل با استفاده از روش اسپکتروفوتومتری و در طول موج ۷۲۵ نانومتر مورد ارزیابی قرار گرفت (گوتینگر ۱۹۸۱).

ویژگی‌های میکروبیولوژیکی

ابتدا جداره خارجی بسته‌بندی پلی اتیلن نمونه‌های ماست رنگی و کنترل توسط الکل اتانول ۷۰٪ به خوبی ضد عفونی شده و سپس ماست با یک اسپاتول استریل هم زده شد. سپس رقت ۰/۱ اولیه از اختلاط ۱۱ گرم ماست اولیه با ۹۹ گرم محلول رقیق کننده بافر فسفات با دمای ۴۰°C در یک ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتر استریل بدست آمد. در مورد باکتری‌های اسید لاکتیک برای ارزیابی بهتر سلول‌ها از پپتون واتر ۰/۱ درصد به عنوان محلول رقیق کننده استفاده شد. کشت باکتری‌های استریپتوکوکوس سالیواریوس زیرگونه ترموفیلوس، لاکتوباسیلوس دلبروئکی زیرگونه بولگاریکوس، اشیشیا کلی و کلیفرم‌ها به صورت پورپلیت به ترتیب با شرایط انکوباسیون؛ ۴۸ ساعت در ۳۷°C (روی محیط کشت M17 آگار)، ۷۲ ساعت در ۳۷°C (روی محیط کشت MRS اسیدی)، ۲۴ ساعت در ۴۴°C (روی محیط کشت‌های لوریل سولفات، EC و آب پپتونه) و ۲۴ ساعت در ۳۲°C (روی محیط کشت VRBA) انجام شد (مارشال، ۲۰۰۵). همچنین شمارش استافیلوکوکوس اورئوس و کپک و مخمرها به صورت کشت سطحی و به ترتیب با شرایط انکوباسیون ۴۸ ساعت در ۳۷°C (روی محیط کشت برد پارکر آگار) و ۵ روز در ۲۵°C (روی محیط کشت PCA به همراه آنتی بیوتیک‌های کلرامفنیکل و کلروتتراهیدروسایکلین) انجام شد (مارشال، ۲۰۰۵).

ویسکوزیته

ویسکوزیته نمونه‌های ماست رنگی فراسودمند و کنترل با استفاده از ویسکومتر بروکفیلد با اسپندل شماره ۶۴، سرعت ۲۵ rpm و سرعت برشی ۵۵ (یک بر ثانیه) مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور قبل اندازه‌گیری ویسکوزیته، دمای آنها روی ۲۲/۵ درجه سانتیگراد تنظیم شد (آچانتا و همکاران ۲۰۰۷).

آنالیز آماری

آنالیز آماری مورد استفاده در این پژوهش در دو قسمت جداگانه بود. این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار (ماست‌های رنگی چغندر قند، اسفناج، گوجه فرنگی و کنترل) انجام شد. برای آنالیز داده‌ها در طول زمان (pH، اسیدیته، میزان آب اندازی، شمارش میکروبی) از روش اندازه‌گیری‌های تکرار شده در واحد زمان^۱ در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها در زمان‌های مختلف با روش حداقل میانگین مربعات^۲ انجام شد. همچنین آنالیز واریانس برای بررسی میزان ماده خشک، چربی، پروتئین، ترکیبات فنولیک و ویسکوزیته به روش ANOVA و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ و به کمک نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۲ انجام شد.

نتایج و بحث

برای انتخاب بهترین نمونه از غلظت‌های مختلف عصاره در تولید ماست‌های رنگی فراسودمند از ارزیابی‌های حسی و پانلیست‌های آموزش دیده استفاده شد. پس از ارزیابی نمونه‌های ماست رنگی فراسودمند، غلظت ۲٪ عصاره به دلیل عدم رنگ و طعم مطلوب و قابل قبول و غلظت ۶٪ عصاره به دلیل آب اندازی زیاد ماست‌های تولیدی چندان مورد قبول قرار نگرفتند. از سوی دیگر استفاده از ۴٪ عصاره تغلیظ شده چغندر قند، اسفناج و

گوجه فرنگی در تولید ماست‌های رنگی از لحاظ تمامی ویژگی‌های ظاهری، بافتی و عطر و طعم و ارزیابی کلی مورد قبول واقع شد. تولید ماست رنگی فراسودمند با استفاده از افزودن عصاره‌های مختلف گیاهی چغندر قند، اسفناج و گوجه فرنگی باعث تغییر برخی ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی،

تغذیه‌ای، میکروبی، بافتی و حسی شد. نتایج نشان داد که مقادیر درصد ماده خشک، چربی و پروتئین برای نمونه‌های مختلف ماست در طول زمان تغییر معنی‌داری ($P > 0.05$) نشان نداد. جدول ۱ ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌های مختلف ماست رنگی فراسودمند و کنترل را نشان می‌دهد.

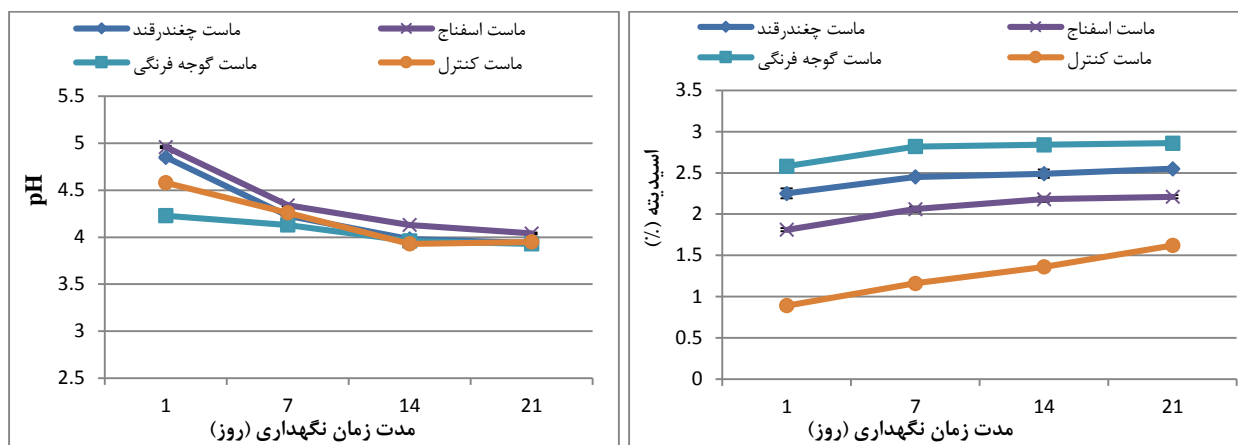
جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی ماست‌های رنگی فراسودمند

| ویژگی‌ها | ماست چغندر قند | ماست اسفناج | ماست گوجه فرنگی | ماست کنترل | SE |
|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| ماده خشک (%) | ۱۶/۶۵ ^a | ۱۶/۵۶ ^a | ۱۶/۵۷ ^a | ۱۲/۵۴ ^b | ۰/۰۴۴ |
| چربی (%) | ۲/۷۶ ^c | ۲/۷۹ ^{bc} | ۲/۶۷ ^c | ۳/۱۶ ^a | ۰/۰۲۳ |
| پروتئین (%) | ۳/۶۴ ^b | ۴/۰۳ ^a | ۳/۲۸ ^c | ۳/۶۵ ^b | ۰/۰۳۵ |

^{a-c} حروف مختلف در سطرها نشان‌دهنده معنی‌داری نمونه‌ها در سطح احتمال ($P < 0.05$) می‌باشند.

نتایج نشان داد که به دلیل استفاده از شیرخشک، نشاسته و پکتین در تنظیم میزان ماده خشک و همچنین عصاره‌های تغلیظ شده، ماست‌های رنگی دارای ماده خشک بالاتری نسبت به نمونه کنترل بودند. همانطور که نتایج نشان داد میان ویژگی‌های میزان چربی و پروتئین نمونه‌های ماست‌های رنگی فراسودمند اختلاف معنی‌داری ($P < 0.05$) وجود داشت. بدین صورت که ماست کنترل دارای بیشترین درصد چربی و ماست گوجه فرنگی دارای کمترین میزان چربی بودند. علت کاهش درصد چربی ماست‌های رنگی فراسودمند مربوط به افزودن عصاره‌های گیاهی مختلف و افزایش ماده خشک ماست می‌باشد که با نتایج بوئو و همکاران (۲۰۱۴) در مورد ماست‌های حاوی پالپ توت فرنگی،

تمشک و پیتانگا، هما و همکاران (۲۰۰۳) در مورد ماست حاوی پاپ سیب، کوچوکونر (۲۰۰۳) در مورد افزودن ماست حاوی پالپ خرما و ملاس انگور و سینباس و یازیچی (۲۰۰۷) در مورد ماست حاوی زغال اخته مطابقت دارد. در مورد میزان پروتئین نتایج حاکی از آن بود که ماست اسفناج (۴/۰۳٪) و ماست گوجه فرنگی (۳/۲۸٪) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان بودند. با توجه به اینکه گیاه اسفناج دارای مقداری پروتئین می‌باشد، بنابراین ماست حاوی عصاره آن نیز دارای پروتئین بیشتری نسبت به سایر نمونه‌های ماست‌های فراسودمند و ماست کنترل بود. شکل ۲ تغییرات pH و اسیدیته ماست‌های رنگی و کنترل را نشان می‌دهد.

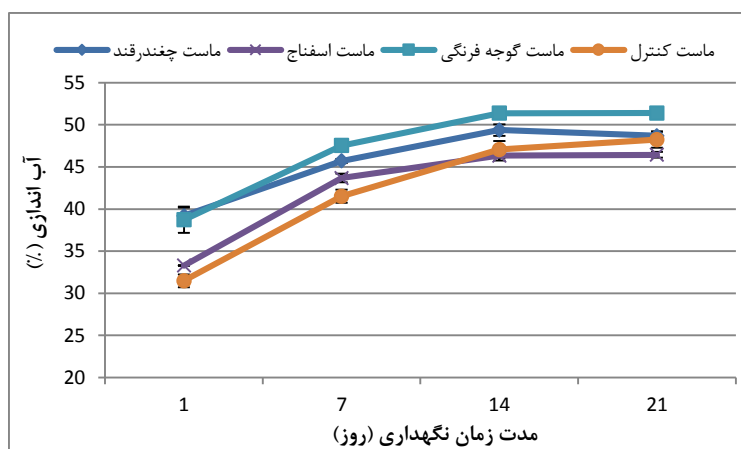


شکل ۲- تغییرات pH و اسیدیته نمونه‌های مختلف ماست طی مدت زمان نگهداری خطای استاندارد pH برابر با ۰/۰۳ و اسیدیته برابر با ۰/۰۶ می‌باشد.

نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان داد که تغییرات pH و میزان اسیدیته در طول مدت زمان نگهداری رابطه عکس دارند، به طوری که با افزایش درصد اسیدیته میزان pH نمونه‌های ماست کاهش پیدا می‌کند. باید ذکر کرد که شیب افزایش اسیدیته ماست کنترل نسبت به سایر ماست‌ها بیشتر بود که این تغییر با بالاتر بودن شمارش باکتری‌های استارتر در ماست کنترل و فعالیت ضد میکروبی ترکیبات فنولیک موجود در ماست‌های حاوی عصاره‌های گیاهی که از رشد این باکتری‌ها و تولید اسید جلوگیری کرده‌اند قابل تفسیر می‌باشد. در کل زمان نگهداری ماست‌های رنگی فراسودمند نسبت به ماست کنترل دارای اسیدیته بالاتری بودند. علت آن را می‌تواند مربوط به وجود اسیدهای آلی موجود در عصاره‌های مورد استفاده در تولید ماست‌های رنگی فراسودمند باشد. نتایج تحقیق حاضر در مورد تغییرات اسیدیته با نتایج گزارش‌های بوئو و همکاران (۲۰۱۴) در مورد ماست‌های حاوی پالپ توت فرنگی، تمشک و پیتانگا، هما و همکاران (۲۰۰۳) در مورد ماست حاوی پاپ سیب، کوچوکونر (۲۰۰۳) در مورد افزودن ماست حاوی پالپ خرما و ملاس انگور و سینباس و یازیچی (۲۰۰۷) در مورد ماست حاوی زغال اخته همبستگی بالایی نشان داد. شکل ۳ تغییرات میزان آب اندازی در

نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان داد که pH نمونه‌ها در طول زمان کاهش یافت که علت این پدیده می‌تواند بیشتر مربوط به تولید اسید لاکتیک توسط باکتری‌های اسید لاکتیک باشد که می‌توانند از ۱ مولکول لاکتوز، ۴ مولکول اسید لاکتیک تولید کنند (حصاری و منافی ۱۳۸۹). بیشترین میزان کاهش pH مربوط به ماست‌های اسفناج و چغندر قند بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بین تیمارهای مختلف ماست تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) در تمامی روزهای مختلف نگهداری ۲۱ روز وجود داشت. بطوری که در روز اول بیشترین میزان pH مربوط به ماست اسفناج بود. علت این بالا بودن می‌تواند مربوط به pH بالای عصاره اسفناج (۶) باشد. از سوی دیگر با توجه به اینکه عصاره گوجه فرنگی دارای pH برابر با ۴/۵ بود بنابراین ماست تولیدی نیز دارای pH پائین‌تری در روز اول بود. در انتهای مدت زمان نگهداری نیز میزان pH ماست‌ها تقریباً مشابه هم و در حدود ۳/۹ بودند. سالوا و همکاران (۲۰۰۴) ادعان کردند که ماست حاوی عصاره هویج به دلیل داشتن اسیدهای آلی و همچنین تخمیر قندی و تولید اسید حاصل از فعالیت باکتری‌ها دارای pH پائین‌تری نسبت به ماست کنترل می‌باشد.

طی مدت زمان نگهداری بین تیمارهای ماست در روزهای مختلف نگهداری را نشان می‌دهد.

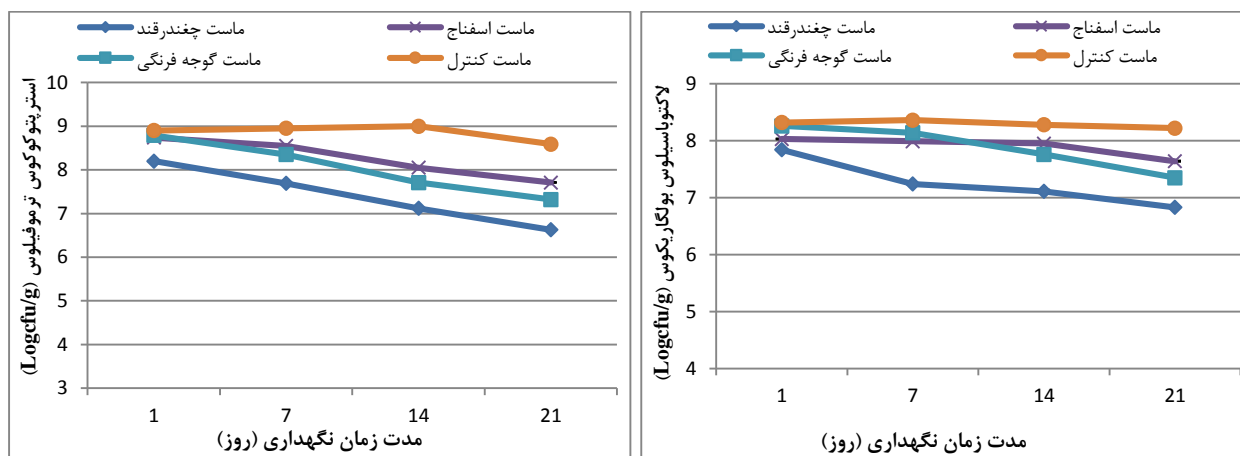


شکل ۳- تغییرات میزان آب اندازه‌ی نمونه‌های مختلف ماست طی مدت زمان نگهداری خطای استاندارد میزان آب اندازه‌ی برابر با ۱/۵۵ می‌باشد.

فرنگی و چغندر قند بود و ماست کنترل به همراه ماست اسفناج دارای کمترین میزان آب اندازه‌ی بودند. گزارش‌ها نشان می‌دهد که افزایش میزان درصد عصاره یا پالپ میوه مورد استفاده و بالا بودن میزان اسیدیته ماست باعث آب اندازه‌ی بیشتر در طی مدت زمان نگهداری می‌شود (قاج و همکاران، ۲۰۰۸).

شکل ۴ تغییرات شمارش باکتری‌های استارتر استریپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود در تمامی ماست‌های فراسودمند در طی مدت زمان نگهداری شمارش باکتری استارتر استریپتوکوکوس ترموفیلوس کاهش پیدا کرد که علت آن می‌تواند مربوط به تولید اسید توسط باکتری‌های استارتر و کاهش pH، کاهش مواد مغذی و وجود ترکیبات ضد میکروبی موجود در عصاره‌های گیاهی مانند ترکیبات فنولیک مورد استفاده در تولید ماست باشد (تمیم ۲۰۰۶).

نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان داد که در طول زمان نگهداری نمونه‌های مختلف ماست میزان آب اندازه‌ی به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) افزایش پیدا کرد. لوسی (۲۰۰۲) ذکر کرد که در ژل‌های اسیدی مانند ماست بازآرایی شبکه ژلی کازئین در طول مدت زمان نگهداری مهمترین عامل خروج آب ماست از شبکه محسوب می‌شود. از سوی دیگر با توجه به اینکه عصاره‌های افزوده شده مانع از تشکیل شبکه کامل پروتئینی در طی گرمخانه‌گذاری و تولید ماست می‌شوند، بنابراین می‌توانند باعث افزایش میزان آب اندازه‌ی در فرایند تولید ماست‌های فراسودمند بشوند. یوسف و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که افزودن پوره موز به دلیل داشتن نشاسته بالا می‌تواند باعث کاهش میزان آب اندازه‌ی شود ولی افزودن پوره توت فرنگی باعث افزایش میزان آب اندازه‌ی شد که این نتایج با گزارش تاراچی و کوچوکونر (۲۰۰۳) مطابقت داشتند. در روز اول بیشترین میزان آب اندازه‌ی مربوط به ماست‌های گوجه



شکل ۴- تغییرات شمارش استرپتوکوکوس ترموفیلوس و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس نمونه‌های مختلف ماست طی مدت زمان نگهداری

خطای استاندارد باکتری استرپتوکوکوس ترموفیلوس برابر با ۰/۰۲ و لاکتوباسیلوس بولگاریکوس برابر با ۰/۳۳ می‌باشد.

مربوط به نمونه کنترل با تعداد (۸/۳۶ Log CfU/g) بود.

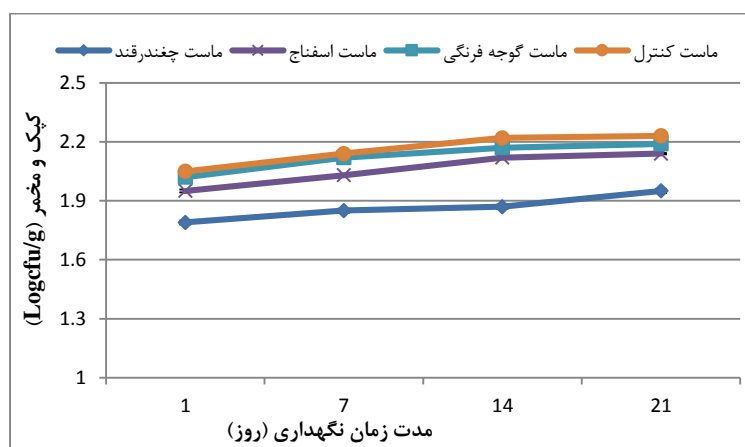
شکل ۵ تغییرات شمارش کپک‌ها و مخمرها در طی مدت زمان نگهداری تیمارهای مختلف ماست رنگی فراسودمند در روزهای مختلف نگهداری را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج بدست آمده مشخص شد که در طول مدت زمان نگهداری شمارش کپک‌ها و مخمرها با شیب ثابت در تمامی نمونه‌های ماست افزایش پیدا می‌کند. سولوموتوکوماران و فرها (۲۰۱۴) نشان دادند که نگهداری ماست غنی شده با میوه سیب‌زمینی باعث افزایش تعداد کپک و مخمرها از ۹۲ CfU/g به ۱۸۸۰ CfU/g در دمای ۱۵ °C و در مدت زمان نگهداری ۲۱ روز شد. با این وجود مشخص شد که کاهش دمای نگهداری ماست می‌تواند منجر به کاهش تعداد کپک و مخمرها در زمان نگهداری محصول شود.

مشخص شد که در کل زمان نگهداری ۲۱ روز ماست کنترل نسبت به سایر نمونه‌های ماست رنگی فراسودمند دارای شمارش کپک و مخمر بالاتری بود. در بین ماست‌های رنگی فراسودمند ماست چغندر قند

در روز اول بیشترین شمارش این باکتری در ماست کنترل (۸/۹ Log CfU/g) و کمترین آن در ماست چغندر قرمز (۸/۲ Log CfU/g) مشاهده شد. گزارش‌های نشان می‌دهد که استفاده از عصاره‌ها و پالپ گیاهی در تولید ماست به دلیل داشتن ترکیبات ضد میکروبی باعث کاهش شمارش باکتریایی در محصول نهایی می‌شوند. بوئو و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که در ماست حاوی پالپ توت فرنگی، تمشک و پیتانگا شمارش باکتری‌های استارتر و همچنین باکتری پروبیوتیک لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس پائین‌تر از ماست کنترل می‌باشد.

بر اساس شکل ۴ مشخص شد که شمارش باکتری لاکتوباسیلوس بولگاریکوس در طول زمان کاهش پیدا می‌کند که این کاهش در ماست چغندر قند بیشتر از سایر نمونه‌ها بود. طبق دلیل ذکر شده در فوق، کاهش pH مهمترین عامل کاهش شمارش لاکتوباسیلوس بولگاریکوس در مدت زمان نگهداری می‌باشد (تمیم، ۲۰۰۶). ماست چغندر قند به دلیل داشتن pH پائین‌تر و مقادیر ترکیبات فنولیک بالاتر دارای شمارش کمتری در کل زمان نگهداری بین نمونه‌های مختلف ماست بودند. بیشترین میزان باکتری لاکتوباسیلوس بولگاریکوس

دارای کمترین و ماست گوجه فرنگی دارای بیشترین تعداد کپک و مخمرها بودند.



شکل ۵- تغییرات شمارش کپک و مخمر نمونه‌های مختلف ماست طی مدت زمان نگهداری خطای استاندارد برابر با ۰/۰۱ می‌باشد.

ترکیبات ضد میکروبی موجود در ماست تولیدی باشد (تمیم و رابینسون ۲۰۰۰؛ شاهان و همکاران ۲۰۰۳؛ نورحسین و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین نورحسین و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که در ماست‌های تولیدی با ۵، ۱۰ و ۱۵٪ از عصاره‌های توت فرنگی، انگور و پرتقال اولاً با افزایش غلظت عصاره مورد استفاده احتمال آلودگی میکروبی و کلیفرم‌ها کاهش پیدا می‌کند و ثانیاً در بین ماست‌های تولیدی ماست توت فرنگی دارای کمترین میزان کلیفرم و ماست انگور دارای بیشترین میزان آلودگی به این باکتری‌ها بودند.

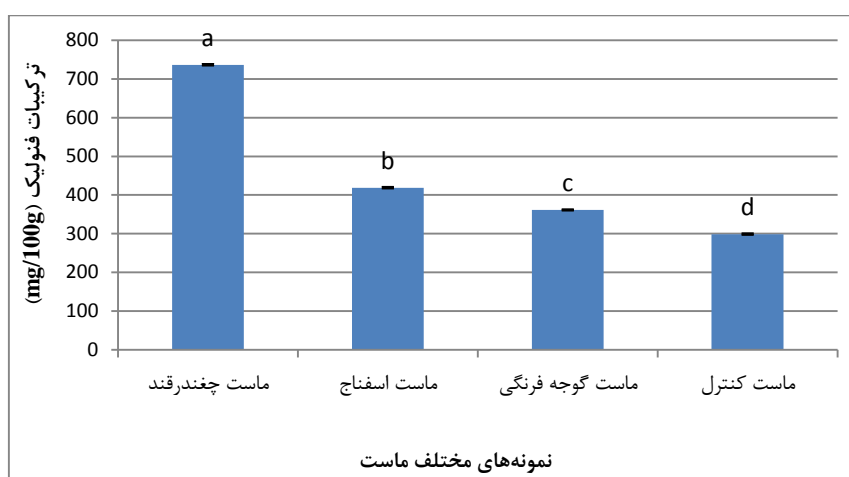
در هیچ کدام از نمونه‌های ماست کنترل و رنگی فراسودمند آلودگی به باکتری‌های بیماری‌زای *استافیلوکوکوس اورئوس* و *اشریشیا کلی* مشاهده نشد. گزارش سایر محققان در مورد شمارش *اشریشیا کلی* با این تحقیق مطابقت دارد. در این زمینه اوسایلی و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی ماندگاری باکتری *اشریشیا کلی* با شرایط تخمیر متفاوت و زمان‌های نگهداری ماست‌های میوه‌ای به این نتیجه رسیدند که استفاده از دمای بالای تخمیر و افزایش زمان نگهداری منجر به کاهش تعداد باکتری می‌شود.

از دلایل این موضوع می‌توان به تفاوت در میزان ترکیبات فنولیک و pH نمونه‌های ماست اشاره کرد و چون ماست چغندرقد دارای بیشترین میزان ترکیبات فنولیک و کمترین میزان pH بود، بنابراین شمارش کمتری نیز نشان داد. سالوا و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که افزایش زمان نگهداری و کاهش میزان عصاره مورد استفاده در تولید ماست هویج می‌تواند باعث افزایش شمارش کپک‌ها و مخمرها در نمونه تولیدی شود.

کلیفرم‌ها به عنوان باکتری‌های مدفوعی بوده که در اثر حرارت دهی پاستوریزاسیون شیر از بین می‌روند، پس آلودگی ناشی از این باکتری‌ها مربوط به آلودگی پس از پاستوریزاسیون شیر می‌باشد. شمارش حاصل از باکتری‌های کلیفرم نشان داد که تعداد این باکتری در محدوده پائین‌تر از ۱۰ Cfu/g بود که این نتایج با گزارش فراهات و الباتاوات (۲۰۱۳) در مورد ماست‌های غنی شده با انبه، کیوی، آناناس کاملاً مطابقت دارد. علت پائین بودن تعداد این باکتری‌ها می‌تواند مبین حرارت دهی مناسب پاستوریزاسیون، شرایط بهداشتی فرایند تولید، بسته بندی بهداشتی، pH اسیدی و وجود

طبیعی به جای انواع سنتتیک آن افزایش یافته است. ترکیبات آنتی‌اکسیدانی طبیعی موجود در عصاره‌های گیاهی به علت کاهش خطر اکسیداسیون در مواد غذایی غنی شده با آن، اثرات مفیدی در سلامتی انسان‌ها دارد (اولیویرا و همکاران ۲۰۰۸).

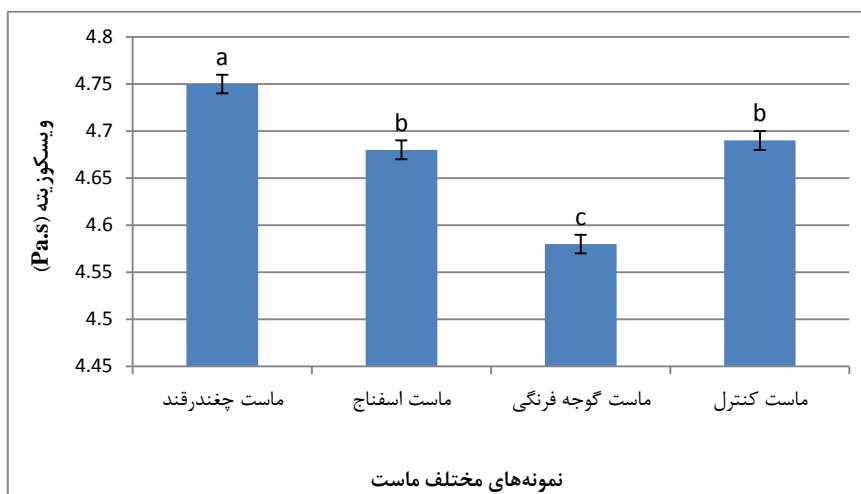
در شکل ۶ میزان ترکیبات فنولیک موجود در ماست کنترل و ماست‌های رنگی فراسودمند نشان داده شده است. همانطور که مشخص شد ماست چغندر قند ۷۳۶ mg/100g دارای بیشترین میزان این ترکیبات می‌باشد و ماست کنترل کمترین میزان آن را دارا می‌باشد. در طول چند سال اخیر تمایل برای استفاده از ترکیبات



شکل ۶- مقایسه میزان ترکیبات فنولیک بین تیمارهای مختلف ماست در روز ۱۴ نگهداری

ویسکوزیته در نمونه‌های ماست می‌شود. بدین صورت که در ماست چغندر قند میزان ویسکوزیته به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) افزایش ولی در ماست‌های اسفناج و گوجه فرنگی این پارامتر کاهش نسبی نشان داد. دلیل این تفاوت می‌تواند مربوط به pH و ترکیبات موجود در عصاره‌های گیاهی باشد. در این آزمایش همبستگی بالایی میان میزان ویسکوزیته نمونه‌ها و آب اندازی مشاهده شد.

کونل و فوکس (۲۰۰۱)، روی غنی‌سازی شیر و محصولات لبنی با ترکیبات فنولیک تحقیق کرده به این نتیجه رسیدند که وجود این ترکیبات باعث بهبود خصوصیات آنتی‌اکسیدانی، حسی و ضد میکروبی شیر و محصولات لبنی می‌شوند. شکل ۷ نتایج حاصل از مقایسه میانگین ویسکوزیته در ماست‌های رنگی فراسودمند و کنترل را نشان می‌دهد. به طور کلی مشخص شد که افزودن عصاره‌های گیاهی فراسودمند در تولید ماست‌های رنگی باعث رفتارهای مختلفی از



شکل ۷- مقایسه ویسکوزیته بین تیمارهای مختلف ماست در روز ۱۴ نگهداری

مانند فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی، ضدسرطانی، ضدجوش ضد میکروبی باشد. نتایج نشان داد که غنی‌سازی ماست با عصاره‌های گیاهی می‌تواند باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی، تغذیه‌ای، حسی و بافتی آن شود. از سوی دیگر به علت وجود ترکیبات ضد میکروبی در عصاره‌های گیاهی کیفیت میکروبی نیز افزایش یافت و هیچ گونه باکتری بیماری‌زایی نیز گزارش نشد. در نهایت با در نظر گرفتن تمامی ویژگی‌های مورد بررسی در این پژوهش می‌توان از ماست چغندرقد به عنوان بهترین نمونه تولیدی اشاره کرد که علاوه بر ویژگی‌های حسی، بافتی و تغذیه‌ای دارای کیفیت میکروبی بالاتری بوده و زمان ماندگاری بیشتری را نشان داد.

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 شاهد کاهش ویسکوزیته باشیم. این نتایج با گزارش‌های بونکه (۲۰۰۸) که اثر افزودن ترکیبات اسیدی را بر خصوصیات ماست لیمویی بررسی کردند مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

ماست فراسودمند یکی از محصولات لبنی است که می‌تواند حاوی ترکیبات زیست فعال به منظور افزایش تنوع، مقبولیت و بهبود ویژگی‌های تغذیه‌ای و دارویی

منابع مورد استفاده

- حصاری ج، منافی ر. (۱۳۸۹). تکنولوژی تولید محصولات تخمیری. انتشارات جهاد دانشگاه علمی کاربردی. تهران. ایران.
- فخاری زواره، ع. و باقی‌پور، س. (۱۳۸۸). استخراج ماده رنگزای غذایی از چغندر قرمز و بررسی شرایط پایداری آن. علوم و فن-آوری رنگ، ۳: ۲۴۳-۲۵۰.
- مظاهری تهرانی م، مهدیان ا و کاراژیان ر. (۱۳۸۵). اثر میزان چربی شیر بر رشد و فعالیت باکتری‌های آغازگر و کیفیت ماست. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳(۷).
- Achanta K, Aryana KJ and Boeneke CA (2007). Fat free plain yoghurts fortified with varius minerals. Journal of Food Science and Technology, 40: 424-429.

- Al-Kadamany EI, Toufeili M, Khattar Y, Abou-Jawdeh S, Harakeh and Haddad T. 2002. Determination of Shelf Life of Concentrated Yogurt (Labneh) Produced by In-Bag Straining of Set Yogurt using Hazard Analysis. American Dairy Science Association, 85: 1023–1030.
- Amirdivani Sh and Salihin Hj Baba, A. (2012). Herbal Yogurt as a Functional Food to Manage Hypertension & Diabetes. LAP Lambert Academic Publishing: Germany.
- Boeneke KJ. Aryana. (2008). Effect of folic acid fortification on the characteristics of lemon yogurt. LWT-Food Science and Technology, 41: 1335–1343.
- Bueno L, Silva TMS, Perina NP, Bogsan C and Oliveira MN (2014). Addition of strawberry, raspberry and “pitanga” pulps improves the physical properties of symbiotic yoghurts. Chemical Engineering Transactions, 38: 499-504.
- Cinbas A and Yazici F. (2007). Effect of the addition of blueberries on selected physicochemical and sensory properties of yoghurts. Food Technology and Biotechnology, 46(4): 434–441.
- Connell JE and Fox PF (2001). Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: a review. International Dairy Journal, 11: 103–120.
- Farahat AM and El-Batawy OI (2013). Proteolytic activity and some properties of stirred fruit yoghurt made using some fruits containing proteolytic enzymes. World Journal of Dairy & Food Sciences, 8(1): 38-44.
- Farnworth E (2008). Handbook of fermented functional foods. 2nd ed. CRC Press, New York. USA.
- Ghadge PN, Prasad K and Kadam PS (2008). Effect of fortification on the physico-chemical and sensory properties of buffalo milk yoghurt. Electronic journal of environmental, agricultural and Food Chemistry, 7(5): 2890-2899.
- Guttinger T. (1981). Polyphenols in olive oils. Journal of the American Oil Chemist's Society, 58: 966-968.
- Huma N, Hafeez K and Ahmad L (2003). Preparation and evaluation of apple stirred yogurt. Pakistan Journal of Food Science, 13: 5-9.
- Istvan SI, Kapolna BK Andrea L (2008). Functional Food. Product development marketing and consumer acceptance. A Review. Appetite, 5(3): 456-467.
- Küçüköner E (2003). Influence of different fruit additives on some properties of stirred yoghurt during storage. Journal of Agricultural Science, 13(2): 97-101.
- Lucey JA (2002). Formation and physical properties of milk protein gels. Journal of Dairy Science, 85: 281–294.
- Marshall TR (2005). Standard methods for the examination of dairy products. American Public Health Association. Washington, DC.
- Nur Hossain MD, Fakruddin, MD and Islam N (2012). Quality comparison and acceptability of yoghurt with different fruit juices. Food Processing & Technology, 3: 1-5.
- Oliveria I, Sousa A, Fereria ISFR, Bento A, Estevinho L and Pereira JL (2008). Total phenols, antioxidant potential and antimicrobial activity of walnut (*Juglans regia* L.) green husks. Food and Chemical Toxicology, 46: 2326-2331.
- Osaili T, Taani M, Nabulsi A, Attlee A, Holley R and Obaid R (2013). Survival of *Escherichia coli* O157:H7 during the manufacture and storage of fruit yogurt. Journal of Food Safety, 33: 282-290.
- Popkin BM. (2001). Nutrition in transition: the changing global nutrition challenge. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 10: 13-S18.
- Sahan N, Var I, Say D and Aksan E (2003). Microbiological properties of labneh (concentrated yoghurt) stored without vegetable oil at room or refrigeration temperature. Acta Alimentaria, 33: 175-182.
- Salwa AA, Galal, EA and Elewa NA (2004). Carrot yoghurt: sensory, chemical, microbiological properties and consumer acceptance. Pakistan Journal of Nutrition, 3 (6): 322-330.
- Selvamuthukumar M and Farhath K (2014). Evaluation of shelf stability of antioxidant rich seabuckthorn fruit yoghurt. International Food Research Journal, 21(2): 759-765.
- Tamime AY. (2006). Fermented Milks. Blackwell Publishing. UK.
- Tamime AY and Robinson RK (2000). Yoghurt science and technology. CRC Press. Boca Raton, FL.

- Tarakci Z, Kucukoner E. (2003). Physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of some fruit-flavored yoghurt. *YYU Veteriner FakulTesi Dergisi*, 14: 10-14.
- Yousef M, Nateghi L and Azadi E. (2013). Effect of different concentration of fruit additives on some physicochemical properties of yoghurt during storage. *Annals of Biological Research*, 4 (4): 244-249.

Evaluation of quality properties and shelf life of functional colored yoghurt incorporating containing beetroot, spinach and tomato extract

K Alirezalu^{1,2*}, J Hesari³, MH Sadeghi⁴ and A Rezaei^{1,5}

¹ Researcher, Center of Research, Development and Quality of ETKA Organization

² PhD Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

³ Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

⁴ Expert, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

⁵ MSc Graduate, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz

*Corresponding Author: kazem.alirezalu@yahoo.com

Abstract

The purpose of this study was production of functional colored yoghurt using plant components for increasing the dairy product variety and improvement of their quality, nutritional properties and shelf life. In this study, 2, 4 and 6% of extract concentration were evaluated for producing the functional colored yoghurt based on sensory properties by panelists. The concentration of 4% (Brix 70) was selected for producing yoghurt samples using beetroot, spinach and tomato extracts. Then, colored yoghurts were evaluated on physicochemical, phenolic compounds, microbiological and texture properties every 7 days during 21 days storage. The results showed that spinach and control yoghurts had higher protein and fat content, respectively. pH, *S. thermophiles* and *L. bulgaricus* count decreased whereas acidity, syneresis mold and yeast count increased during storage period. In all yoghurt samples were not detected *S. aureus* and *E. coli* bacteria and coliform count was less than 10 CFU/gr which reflects the safety of the manufacturing process. Finally, results revealed that beetroot yoghurt not only had high sensory and nutritional quality (phenolic compounds) and acceptable texture (high viscosity) but also showed microbiological quality and high shelf life.

Keywords: Functional colored yoghurt, Beetroot, Spinach, Tomato, Nutritional quality