(مقاله پژوهشی)

ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست کم‌چرب پروبیوتیک حاوی نشاسته ذرت و عصاره گیاه چویل

عبدالرضا آقاجانی[1*]، فرهاد میرزایی[2]، مهدی کرمانی[3]، محمدرضا سعیدی اصل[4]، احمد پدرام نیا[4]

۱-گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.

۲-محقق ارشد مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، کرج، ایران.

۳-کارشناس عالی مراقبت‌های سلامت، اداره سلامت و تندرستی، آموزش و پرورش قم، قم، ایران..

۴-گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۱۰ تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۰۳/۱۹

چکیده

با توجه به مشکلات ناشی از مصرف چربی در رژیم‌های غذایی و از طرفی، نقش مثبت چربی در فرآورده‌های شیری نظیر ماست، به‌کارگیری جایگزین‌های چربی نظیر انواع نشاسته به حفظ کیفیت نهایی کمک خواهد کرد. چویل یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی و معطر در ایران است که به طور سنتی در فرآورده‌های لبنی و کَره آب‌کرده کاربرد دارد. هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی تأثیر نشاسته ذرت (۱، ۱/۵ و۲ درصد) و عصاره گیاه‌چویل (۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد) بر بعضی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی شامل pH، اسیدیته، آب‌اندازی و ویسکوزیته و حسی شامل رنگ، طعم، قوام و پذیرش‌کلی ماست کم‌چرب پروبیوتیک بوده است. نتایج نشان داد که با افزایش سطح نشاسته ذرت و عصاره چویل، pH به ترتیب افزایش و کاهش یافت. نمونه ماست حاوی بیشترین‌سطح نشاسته ذرت (۲ درصد) و عصاره چویل (۰/۳ درصد) به ترتیب بالاترین pH و پائین‌ترین اسیدیته را داشتند. با افزایش سطح نشاسته، آب‌اندازی‌کاهش یافت. نمونه حاوی ۱/۵درصد نشاسته ذرت، بیشترین ویسکوزیته را داشت. در مقابل، نمونه‌های حاوی عصاره چویل، آب‌اندازی بیشتری داشتند و کم‌ترین ویسکوزیته به نمونه ماست حاوی ۰/۲ درصد عصاره چویل مربوط می‌شد. با گذشت زمان، از امتیازات حسی نمونه‌های ماست کاسته شد. نمونه ماست حاوی ۰/۱ درصد عصاره چویل بالاترین میانگین امتیاز رنگ را نشان داد. بیشترین میانگین امتیاز طعم، قوام و پذیرش‌کلی طی کل دوره متعلق به نمونه حاوی ۲درصد نشاسته ذرت بود. به عنوان نتیجه‌گیری، می‌توان نمونه ماست حاوی ۲درصد نشاسته ذرت را به عنوان نمونه با خواص‌کیفی برتر معرفی نمود.

واژه‌های کلیدی: پروبیوتیک، عصاره چویل، *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، ماست، نشاسته ذرت.

*مسئول مکاتبات: Ab.aghajani@yahoo.com

۱- مقدمه

در بین فرآورده‌های تخمیری شیر، ماست شناخته‌شده‌ترین آن‌ها بوده و مقبولیت بیشتری در دنیا دارد. این فرآورده به وسیله تخمیر لاکتیکی توسط دو باکتری آغازگر، *لاکتوباسیلوس دلبروکی زیر گونه بولگاریکوس* و *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* به دست می‌آید (۱۸). بهبود هضم غذا، تقویت سیستم ایمنی، فعالیت ضدسرطانی و دارا بودن سطوح بالای کلسیم و پتاسیم از مهم‌ترین مزایای ماست می‌باشد. همچنین به واسطه فعالیت باکتری‌های لاکتیکی و تولید متابولیت‌هایی نظیر استالدئید، این فرآورده عطر و طعم مطلوبی دارد (۱۹). به دلیل اینکه افزایش دریافت چربی از طریق رژیم غذایی موجب بروز بیماری‌های قلبی ـ عروقی، چاقی، اضافه وزن و دیابت می‌شود، تقاضا برای مصرف فرآورده‌های غذایی کم‌چرب و کم‌کالری افزایش قابل توجهی یافته است. به همین جهت، در سال‌های اخیر، تلاش‌های زیادی به منظور تولید مواد غذایی کم چرب صورت گرفته است (۵۴). در مورد ماست نیز کاهش میزان چربی همواره از اهداف مهم تولیدکنندگان بوده است، اما با کاهش چربی، بعضی از ویژگی‌های کیفی نظیر طعم و ویسکوزیته نیز کاهش می‌یابد. جهت جلوگیری از این مشکل می‌توان از جایگزین‌های چربی و هیدروکلوئیدهایی نظیر ژلاتین، پکتین، اینولین، آلژینات و انواع نشاسته استفاده نمود (۵۰). نشاسته یا آمیلوم کربوهیدرات پلی‌ساکاریدی متشکل از تعداد زیادی از واحدهای گلوکز متصل به هم است (۱۶) و به طور گسترده‌ای در بروز ویژگی‌های بافتی مواد غذایی نظیر ماست به عنوان عامل قوام دهنده و ژل‌ساز و با هدف افزایش ویسکوزیته و ممانعت از آب‌اندازی نقش دارد (۵۷). نشاسته ذرت حدود ۸۰ درصد نشاسته تولیدی در دنیا را به خود اختصاص می‌دهد. این نشاسته ارزان قیمت به طور گسترده در صنایع غذایی به منظور توسعه و بهبود بافت و ویسکوزیته به کار رفته و برای کاربردهای مختلف در محصولات گوناگون مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳۶).

پروبیوتیک‌ها به عنوان میکروارگانیسم‌هایی که در تعداد کافی، خواص سلامتی‌بخشی برای میزبان به همراه دارند، تعریف شده‌اند (۱۸). از خواص سلامتی‌بخش پروبیوتیک‌ها می‌توان به بهبود هضم لاکتوز، بهبود جذب کلسیم، سنتز ویتامین‌ها و پروتئین‌ها، تحریک و ارتقاء سیستم ایمنی بدن، کاهش سطح کلسترول سِرُم خون، کاهش تظاهرات آلرژیک، جلوگیری از انواع سرطان به ویژه سرطان روده بزرگ، بهبود تعادل میکروبی روده، جلوگیری از رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و افزایش ارزش تغذیه‌ای اشاره کرد (۳). مرسوم‌ترین باکتری‌های پروبیوتیک به جنس‌های لاکتوباسیلوس و بیفیدوباکتریوم تعلق دارند (۳) و *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* مهمترین باکتری لاکتوباسیل مورد استفاده به تنهایی یا در ترکیب با باکتری‌های دیگر به عنوان باکتری تخمیرکننده و پروبیوتیک می‌باشد (۲۹). در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی به منظور بهبود کیفیت تغذیه‌ای مواد غذایی با کمک ترکیبات ضدمیکروبی و اجزاء فراسودمند نظیر آنتی‌اکسیدان‌ها انجام شده است (۲۷). گیاهان دارویی از منابع بالقوه‌ای هستند که از دیر باز خواص درمانی و دارویی آن‌ها مورد توجه قرار گرفته است (۳۲). خانواده چتریان (کرفسیان) متشکل از ۳۰۰ جنس و ۳۰۰۰-۲۵۰۰ گونه است که در بخش‌های زیادی از جهان پراکنده شده‌اند (۳۵). چویل با نام علمی *Ferulago angulata* (*Schlecht.*) *Boiss* از خانواده چتریان و جنس Ferula است (۳۳) که منبع غنی فیتواسترول‌ها و ترکیبات ُپلی‌فنول نظیر سیس ـ اُسیمِن و فلاونوئیدها می‌باشد (۵۵). در تحقیقی، مشخص شد که نشاسته ذرت در ترکیب با پایدارکننده‌هایی نظیر پکتین، صمغ گوار و کاراگینان، تأثیر معنی‌داری بر ممانعت از آب‌اندازی و بهبود بافت ماست دارد و به جز پیوستگی، سایر پارامترهای رئولوژیکی تحت تأثیر نشاسته قرار گرفتند (۴۵). طی ارزیابی تأثیر افزودن ژلاتین و نشاسته بر خواص رئولوژیکی و حسی ماست همزده معمولی شیرین، نشان داده شد که این دو ترکیب به طور معنی‌داری بر خواص مذکور و ممانعت از

آب‌اندازی ماست مؤثر می‌باشند (۲۳). با توجه به مطالب مذکور، به‌کارگیری عصاره گیاهان دارویی و پایدارکننده‌ها می‌تواند موجب بهبود ویژگی‌های ماست پروبیوتیک گردد. هدف از پژوهش حاضر، بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست کم چرب پروبیوتیک حاوی نشاسته ذرت و عصاره گیاه چویل بوده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

شیرخام از یکی از دامداری‌های شهرستان کرج خریداری شده و میزان چربی آن به ۱ درصد کاهش داده شد. سویه‌های میکروبی مورد استفاده شامل کشت ترکیبی ماست با مشخصه YC-x11حاوی *لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیر گونه *بولگاریکوس و استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و کِشت تک سویه پروبیوتیکی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* هر دو به صورت خشک شده انجمادی و از نوع DVS، از نمایندگی شرکت کریستین هانسن دانمارک تهیه گردید. اندام‌های هوایی گیاه چویل از عطاری معتبر در استان کرمانشاه، نشاسته ذرت از شرکت گلوکوزان قزوین و مواد مصرفی دارای درجه آزمایشگاهی و از نمایندگی شرکت مرک آلمان خریداری شد.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱-عصاره‌گیری از گیاه چویل با روش خیساندن (غرقابی)

پس از تأیید گونه گیاه چویل توسط محققین بخش هرباریوم مؤسسه جنگل‌ها و مراتع ایران، سرشاخه‌های هوایی گیاه پس از خشک‌شدن در سایه، آسیاب‌شده و به بخش آزمایشگاه انتقال یافت. بر اساس روش خیساندن از آب مقطر ـ اتانول ۹۹/۷ درصد به نسبت مساوی (۵۰ :۵۰ درصد) استفاده شد. برای این منظور ۱۰۰گرم از برگ‌های خشک و پودرشده گیاه چویل به دقت توسط ترازوی دیجیتال وزن شد. سپس جهت تهیه عصاره‌های هیدروالکلی، مخلوط حلال‌ها به ارلن ۵۰۰ میلی‌لیتری انتقال یافت. سر ارلن با پارافیلم بسته شده و به مدت ۷۲ ساعت در دمای اتاق روی دستگاه هم‌زَن مغناطیسی قرار گرفت تا استخراج عصاره به طور کامل و مطلوب انجام گیرد. سپس مخلوط حلال ـ گیاه توسط کاغذ صافی (واتمن) از هم جدا شد. تفاله‌ها فشرده شد تا کاملاً تخلیه گردد و در نهایت عصاره اولیه به دست آمد. عصاره اولیه حاصل به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور در دقیقه) شد. سپس محلول رویی جمع‌آوری شده و به منظور تبخیر حلال‌ها، عصاره حاصل وارد دستگاه تقطیر در خلاء (روتاری) گردید و حلال‌ها به مدت یک ساعت در دمای ۸۰ درجه‌سانتی‌گراد تبخیر شد. عصاره تغلیظ شده حاصل، پس از خشک‌شدن کامل، توسط کاردک آزمایشگاهی کاملاً تراشیده شد. جهت حذف هرگونه آلودگی میکروبی، عصاره توسط اشعه ماوراء بنفش، استریل و جهت اطمینان از استریل بودن، بر روی محیط کشت نوترینت آگار بررسی شد. عصاره حاصل تا زمان انجام آزمایشات در ظرف تیره استریل ریخته شد و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید (۸).

۲-۲-۲- تولید نمونه‌های ماست پروبیوتیک

برای تهیه کشت اولیه، پودرآغازگرهای ماست و باکتری پروبیوتیک ل. *اسیدوفیلوس* به ۵۰۰ میلی‌لیتر شیر بدون چربی استریل اضافه شد. بر طبق دستورالعمل شرکت تولیدکننده، برای رسیدن به جمعیت میکروبی باکتری پروبیوتیک cfu/g $۱۰^۸$ تلقیح انجام گردید. جهت تولید ماست، مقدار 2 درصد وزنی ـ وزنی شیرخشک بدون چربی با هدف افزایش مواد جامد محصول به شیر با چربی ۱ درصد اضافه شده و سپس عملیات حرارتی (۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه) در حمام آب‌گرم مجهز به سیستم تنظیم دمایی اِعمال گردید. بعد از آن، دمای شیر به ۴۳-۴۲ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. جهت تولید ماست پروبیوتیک، به منظور سازگاری بیشتر سویه پروبیوتیکی با شرایط موجود در شیر، ابتدا مقدار ۲/۵ درصد وزنی/ وزنی ل. *اسیدوفیلوس* به ظروف استریل حاوی ۲۵۰میلی‌لیتر شیر پاستوریزه تلقیح شد. در ادامه، آغازگرهای ماست به میزان ۲ درصد وزنی/ وزنی

و عصاره‌های مربوطه مطابق فرمولاسیون به ظروف تزریق گردید. سپس نمونه‌ها در انکوباتور۴۰ درجه‌سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شد تا pH آنها به حدود ۴/۶ برسد. پس از آن، تا دمای ۶-۴ درجه سانتی‌گراد سرد شده و بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در یخچال، آزمایشات زیر بر روی تمام تیمارهای مورد بررسی انجام گردید (۱۲). حروف C_1، C_2 و C_3 به ترتیب نمایانگر نمونه ماست پروبیوتیک حاوی ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد عصاره چویل و حروف S_1، S_2 و S_3 نیز به ترتیب نمایانگر نمونه‌های ماست پروبیوتیک حاوی ۱، ۱/۵ و ۲ درصد نشاسته ذرت بود. نمونه کنترل یا شاهد نیز فاقد هرگونه عصاره و نشاسته ذرت بود.

۲-۲-۳- اندازه‌گیری pH

نمونه‌ها با استفاده از pHمتر دیجیتال HANNA مدل H18314 در دمای ۲۵درجه سانتی‌گراد و بر اساس روش استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲ اندازه‌گیری شد (۲).

۲-۲-٤- اندازه‌گیری اسیدیته

اسیدیته (بر اساس درجه دورنیک) نمونه‌ها با روش تیتراسیون به کمک هیدروکسید سدیم یک ـ نهم نرمال و در مجاورت مُعرف فُنل فتالئین و بر اساس روش استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۵۲ اندازه‌گیری شد (۲).

۲-۲-۵- اندازه‌گیری میزان آب‌اندازی

جهت اندازه‌گیری میزان آب‌اندازی، ابتدا ۲۵ گرم نمونه ماست در لوله‌های مخصوص سانترفیوژ وزن شد و سپس لوله‌ها در سانترفیوژ با دور ۳۵۰G به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد سانترفیوژ گردید. مایع جدا شده از نمونه که در قسمت بالای لوله جمع شده بود، خارج گردید و لوله‌ها مجدداً وزن شدند. مقدار آب‌اندازی مطابق ا رابطه ۱ به دست آمد (۱۸).

۱۰۰ × وزن اولیه نمونه ماست ÷ وزن سرم آزاد شده = آب‌اندازی ماست

۲-۲-٦- اندازه‌گیری ویسکوزیته ظاهری

ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های ماست تولیدی (۱۵۰گرمی) به وسیله ویسکومتر بروکفیلد مدلDV-11 و با سرعت برشی۳۰ دور در دقیقه با اسپیندل ۶۴ و در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و طی زمان ۶۰ ثانیه اندازه‌گیری شد (۶۰). با توجه به دستورالعمل شرکت سازنده، اسپیندلی مناسب است که درصد گشتاور آن از ۱۰درصد بالاتر باشد. قبل از اندازه‌گیری ویسکوزیته، نمونه‌ها به مدت یک دقیقه به صورت دستی هم زده شدند (۷).

۲-۲-۷- ارزیابی ویژگی‌های حسی

نمونه‌های ماست تهیه شده به مدت ۲۴ساعت در یخچال نگهداری شدند. پس از طی این مرحله، جهت انجام ارزیابی حسی، پس از برگزاری آزمون‌های حسی مقدماتی و قرار دادن یک نمونه تکراری در هر بار آزمون، در نهایت از ۱۵ ارزیابی حسی، ۱۲ نفر که از بیشترین دقت در ارزیابی و تشخیص نمونه‌های مشابه برخوردار بودند، برای آزمون حسی انتخاب شدند. ۳۰گرم از هر نمونه ماست با دمای ۵-۴ درجه سانتی‌گراد در اختیار ارزیابان حسی قرار گرفت. محل ارزیابی در طول آزمون حسی ثابت بود و زمان آزمون‌های حسی حدود ساعت ۱۰ صبح انتخاب گردید. ارزیابی حسی مطابق روش هدونیک ۵نقطه‌ای (از بسیار مطلوب تا بسیار نامطلوب) انجام گردید و صفات رنگ، طعم، قوام و پذیرش کلی نمونه‌ها توسط ارزیابان حسی مورد بررسی قرار گرفت (۴۲).

۲-۳- تجزیه و تحلیل آماری

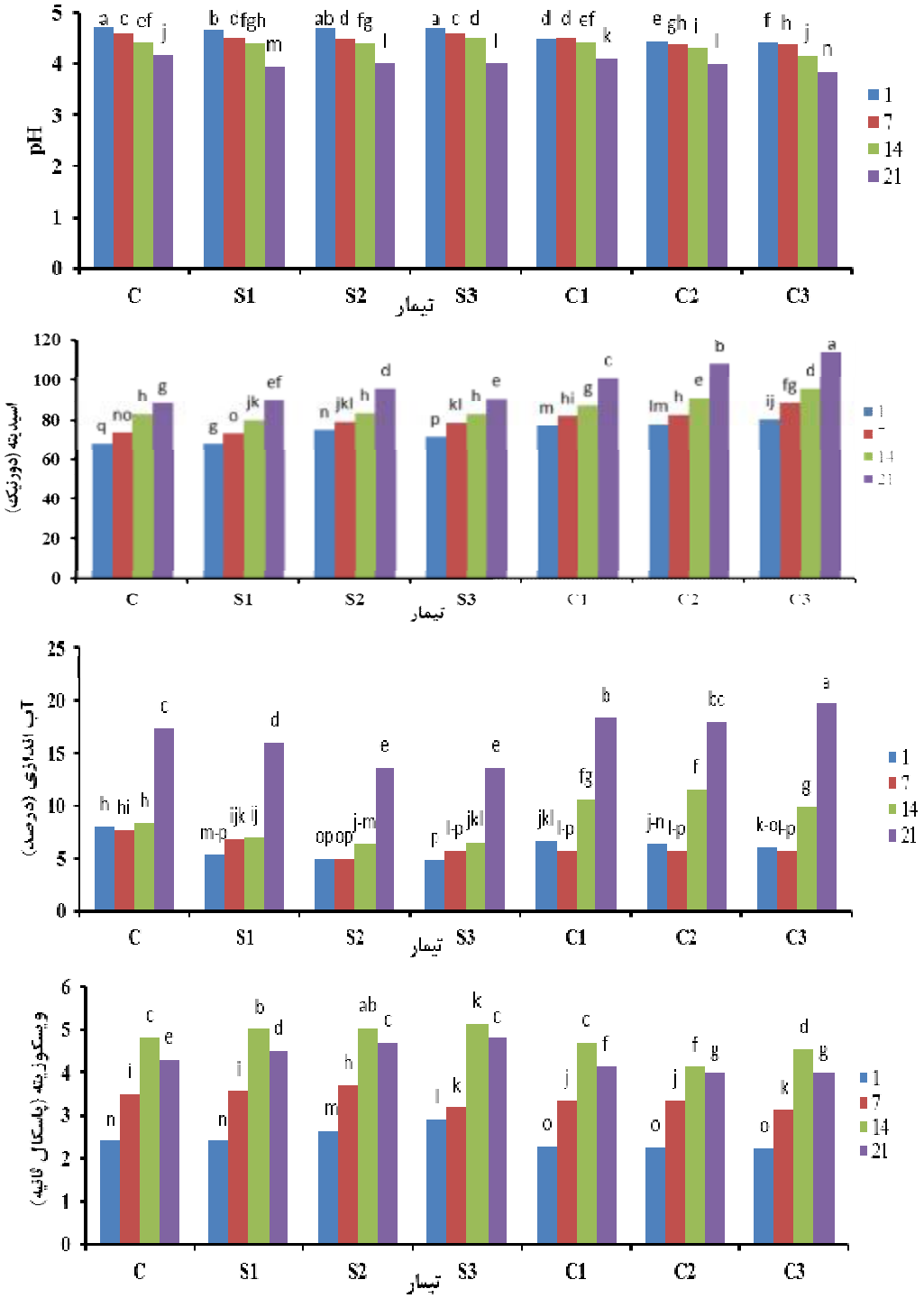
آنالیز آماری‌داده‌ها با نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ($p<0/05$) انجام شد. تمامی نمودارها با نرم‌افزار Excel 2013 ترسم گردید. تست نرمال بودن داده‌ها به روش کمولوگروف اسمیرنوف با نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد و تمام داده‌ها نرمال بود.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی‌ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی(pH، اسیدیته، آب‌اندازی و ویسکوزیته) نمونه‌های ماست پروبیوتیک

pH یکی از مهمترین فاکتورها طی تخمیر، تولید و نگهداری مواد غذایی تخمیری نظیر ماست است. نوع و درصد تلقیح کشت کمکی، ترکیب شیر پایه اولیه (ماده جامد و غنی سازی) و دمای گرمخانه‌گذاری، سه عامل مهم در رشد باکتریایی و اسیدسازی شیر تلقیحی طی گرمخانه‌گذاری هستند (۹، ۵۶). مطابق شکل۱، با افزایش زمان ماندگاری، مقادیرpH نمونه‌های ماست کاهش معنی‌داری یافت که این کاهش طی هفته پایانی، شدت بیشتری داشت. بین مقادیر pH هر نمونه طی زمان نگهداری ۲۱ روزه، تفاوت کاملاً معنی‌داری از نظر آماری وجود داشت ($p<0/05$). بیشترین میزان pH متعلق به نمونه کنترل بود. بین تیمارهای مورد بررسی، بیشترین و کمترین میزان pH در روز پایانی به ترتیب به نمونه ماست حاوی ۰/۱ و ۰/۳ درصد عصاره چویل مربوط می‌شد که تفاوت معنی‌داری با هم و با نمونه کنترل داشتند ($p<0/05$)(شکل۱). در راستای نتایج پژوهش حاضر، کاهشpH ماست پروبیوتیک در حضور اینولین (۴۹)، لاکتولوز و الیگوفروکتوز (۱۹) و نشاسته ذرت ـ نشاسته کاساوا ـ ژلاتین در ماست سویا (۱۷) گزارش شده است. در مقابل، آقازاده مشگی و همکاران[1] (۲۰۰۹) اعلام کردند که استفاده از نشاسته ذرت، pH نمونه‌های ماست بدون چربی بهم‌نزده را طی تخمیر و نگهداری به مدت ۱۰ روز تحت تأثیر قرار نداد (۲۰). فعالیت باکتری‌های آغازگر موجب کاهش معنی‌دار pH در طی ۲۱ روز نگهداری ماست می‌گردد (۱۴). در پژوهش‌رضایی و همکاران (۱۳۹۲)، افزودن عصاره نعناع فلفلی[2] در سطوح صفر تا ۰/۲ درصد تأثیر معنی‌داری بر میزان pH ماست پروبیوتیک بدون چربی داشت (۵). قابل ذکر است که پروتئین‌های شیر تا حدودی ظرفیت بافری دارند، اما تخمیر اسید لاکتیکی شیر، pH را به پائین‌تر از ۴/۶ کاهش می‌دهد که موجب شکل‌گیری لخته می‌شود و ممکن است در دسترسی آزاد و راحت پیش‌ماده به آنزیم کمی اختلال ایجاد کند. کاهش میزان pH به دلیل فعالیت آغازگرهای ماست و ل. اسیدوفیلوس است که با تخمیر کربوهیدرات، تولید اسید کرده، ترکیبات قابل هضم‌تر برای ل. اسیدوفیلوس و آغازگرهای ماست زودتر تجزیه شده و تولید استات و لاکتات را افزایش می‌دهند (۵۱). در انتخاب میکروارگانیسم‌های آغازگر و باکتری‌های پروبیوتیک، جهت تولید فرآورده‌های تخمیری شیر، توانایی تولید اسید قابل قبول در کم‌ترین زمان گرمخانه‌گذاری مهمترین ویژگی است. میزان رشد پائین باکتری‌های پروبیوتیک در شیر و پدیده پس ـ اسیدسازی باعث عدم مقبولیت آن ها به عنوان ارگانیسم آغازگر می‌گردد. این پدیده به فعالیت غیرقابل کنترل *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* در درجه حرارت یخچال و pH پائین مربوط می‌شود که موجب افزایش دو فاز شدن، کاهش تعداد سلول‌های زنده و تجمع اسید لاکتیک D(-) در محصول خواهد شد. مطابق شکل۱، با گذشت زمان نگهداری، مقادیر اسیدیته نمونه‌های ماست افزایش معنی‌داری یافت. بین نمونه‌های مورد بررسی با هم و با نمونه کنترل طی زمان نگهداری تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بیشترین افزایش اسیدیته در نمونه‌های حاوی غلظت‌های مختلف عصاره چویل مشاهده گردید. بیشترین و کمترین میزان اسیدیته طی دوره نگهداری به ترتیب متعلق به نمونه ماست محتوی ۰.۳ درصد عصاره چویل و نمونه کنترل بود (شکل۱). نتایج مطالعات عده‌ای از محققین نیز افزایش معنی‌دار اسیدیته انواع ماست در طول دوره نگهداری را به اثبات رسانده است (۶۱). نتیجه پژوهش حاضر نیز با نتایج اخیر مطابقت دارد، زیرا استفاده از عصاره چویل، باعث افزایش میزان اسیدیته ماست طی زمان نگهداری در یخچال گردید. علت افزایش اسیدیته را می‌توان به فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید یا مضر و مصرف قند و تولید اسیدهای آلی نسبت داد. اسیدیتهٔ طبیعی در حضور کازئین ها، فسفات‌های اسیدی و سیترات‌های موجود در شیر است، در حالی که اسیدیتهٔ توسعه یافته ناشی از تولید اسید لاکتیک توسط آغازگرها است (۶).

1 - Aghazadeh Meshgi
2- *Mentha piperita*



شکل۱- روند تغییرات **pH**، اسیدیته، آب‌اندازی و ویسکوزیته نمونه‌های ماست طی روزهای ۱، ۷، ۱٤ و ۲۱ در یخچال.

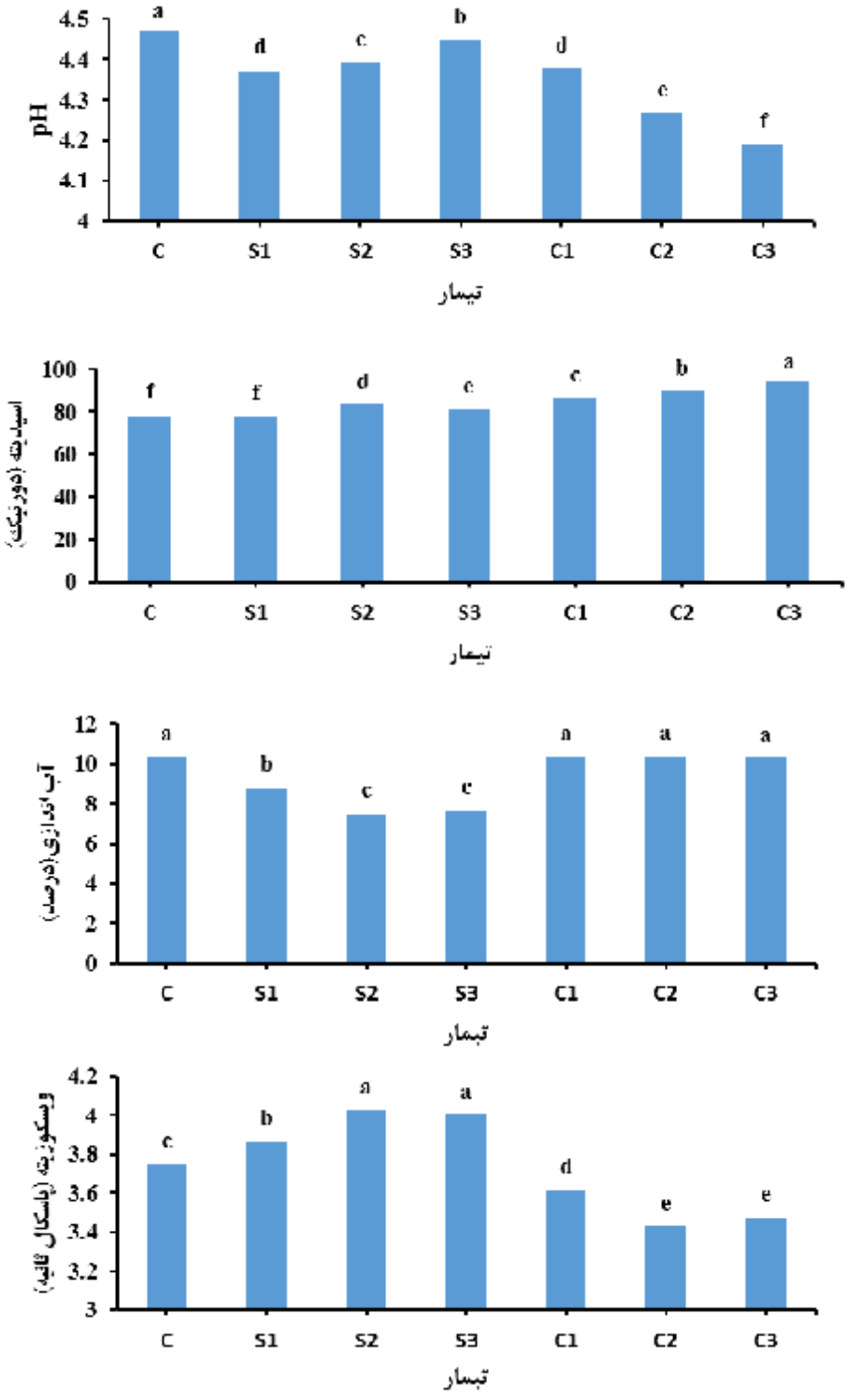
افزایش میزان اسیدیته می‌تواند به دلیل غنی‌بودن عصاره‌ها از ترکیبات محرک رشد باشد که شرایط رشد بهتری را برای باکتری‌ها فراهم نموده و رشد آنها و تولید اسید لاکتیک و دی‌استیل را افزایش می‌دهد. گزارش شده است که در ماست پروبیوتیک، لاکتوباسیل‌ها به طور مداوم در محدوده pH برابر با ۴/۴-۴ رشد می‌کنند و چون قادر به تولید اسید می‌باشند، در نهایت باعث افزایش اسیدیته ماست پروبیوتیک می‌شوند (۳۷). فرآیند تخمیر اسید لاکتیک از طریق تولید و دفع باکتریایی اسید لاکتیک در محیط و کاهش pH انجام می‌گیرد. طی تخمیر، تولید اسید لاکتیک توسط باکتری‌های آغازگر سبب کاهش مقادیر pH می‌گردد. تغییرات pH طی دوره زمانی تخمیر به صورت روندی نزولی و ناشی از تولید یون‌های H^+ در مخلوط است. آب‌اندازی در ژل، عبارت است از جدا شدن فاز آبی از فاز فراگیر یعنی شبکه ژل. این پدیده در پنیرسازی مطلوب و در تولید ماست نامطلوب است. آب‌اندازی در ماست به دلیل تغییرات pH و چروکیدگی ساختار سه‌بعدی شبکه پروتئین رخ می‌دهد که منجر به کاهش قدرت اتصال پروتئین‌های آب شیر و خروج آن از ماست می‌گردد و در واقع، حاصل تقابل دو دسته از عوامل است. عواملی که باعث نگهداشتن آب در شبکه ژل ماست می‌شوند و عواملی که جدا شدن آب از شبکه را موجب می‌گردند (۱۴). مطابق نتایج پژوهش حاضر، بین مقادیر آب‌اندازی نمونه‌های ماست طی زمان نگهداری تفاوت کاملاً معنی‌داری از نظر آب‌اندازی وجود داشت ($p<0/05$). بیشترین میزان افزایش آب‌اندازی، طی هفته پایانی بود و این افزایش، در نمونه‌های حاوی غلظت‌های مختلف عصاره چویل، به طور معنی‌داری بیشتر از نمونه‌های محتوی نشاسته ذرت بود ($p<0/05$). بیشترین و کم‌ترین میزان آب‌اندازی در روز پایانی به ترتیب به نمونه ماست حاوی ۰/۳ درصد عصاره چویل و ۱/۵ درصد نشاسته ذرت بود (شکل۱). در محصولات تخمیری نظیر ماست، کاهش pH در اواخر دوره نگهداری باعث تغییر فرم طبیعی پروتئین‌شده و در اثر دناتوره شدن پروتئین، آب متصل به آن آزاد گردیده و آب‌اندازی افزایش می‌یابد (۵۹). افزایش میزان آب‌اندازی در ماست طی زمان نگهداری معمولاً به دلیل تجدید ساختمانی شدید شبکه کازئین است که با خروج آب پنیر همراه می‌باشد (۶۲). طبق مطالعات انجام شده، روند افزایش آب‌اندازی در انواع ماست معمولی یا پروبیوتیک محتوی پایدارکننده‌ها یا ترکیبات پری‌بیوتیک، کندتر است. دلیل دیگر افزایش آب‌اندازی در نمونه‌های ماست، افزایش اسیدیته و در نتیجه کاهش pH در محصول است که این امر باعث تضعیف شبکه پروتئینی تشکیل شده در ماست و در نتیجه خروج آب از این شبکه و افزایش آب‌اندازی در ماست می‌گردد. برخی از محققین استفاده از لاکتولوز و اینولین را به منظور بهبود خواص ماست و کاهش آب‌اندازی پیشنهاد کرده‌اند (۱۳). ژل ماست با pH پائین از استحکام کمی برخوردار است و در صورتی که بر اثر تنش مکانیکی وارد شده صدمه ببیند، آب‌اندازی در آن به سهولت روی می‌دهد. دلیل دیگر برای کاهش میزان آب‌اندازی ماست حاوی پری‌بیوتیک‌ها، افزایش قوام بافت و همچنین شاخص ظرفیت کمپلکس با آب است که به ترکیبات پری‌بیوتیکی این امکان را می‌دهد که با افزایش آب اتصالی از آب‌اندازی جلوگیری کنند (۱۱). بررسی‌های سایر محققین نیز این مطلب را تأیید می‌کند (۶۳). ویسکوزیته تحت تأثیر عوامل متعددی مانند ترکیبات تشکیل دهنده به ویژه میزان چربی و پایدارکننده‌ها، نوع و کیفیت اجزا، غلظت و دما می‌باشد (۴). نشان داده شد که بافت ماست، فاکتور بسیار مهمی در پذیرش آن نزد مصرف‌کننده است. سفتی، خامه‌ای بودن، ویسکوزیته، احساس دهانی و آب‌اندازی همگی بر روی ویژگی‌های بافتی ماست مؤثر می‌باشند (۲۸). مطابق شکل۱، با افزایش زمان ماندگاری نمونه‌های ماست از روز اول تا چهاردهم، مقادیر ویسکوزیته افزایش و بعد از آن تا روز پایانی، کاهش یافت. بیشترین میزان ویسکوزیته طی زمان نگهداری مربوط به نمونه ماست حاوی بیشترین سطح نشاسته ذرت (۲ درصد) بود که با نمونه‌کنترل و سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری

داشت ($p<0/05$). در مقابل، با افزایش غلظت عصاره چویل از ۰/۱ تا ۰/۳ درصد، مقادیر ویسکوزیته به طور معنی‌داری کاهش یافت. در این راستا، تمجیدی و همکاران[1] (۲۰۱۴) در بررسی تأثیر صمغ آکاسیا ـ ژلاتین (۰/۰۱ و۰/۰۵ درصد) بر ویژگی‌های رئولوژیکی ماست بیان کردند که افزودن این مخلوط، موجب افزایش ویسکوزیته ظاهری نسبت به نمونه شاهد گردید (۵۸). آقازاده مشگی و همکاران، (۲۰۰۹) نیز نتیجه‌گیری کردند که ماست بدون‌چربی بهم‌نزده دارای نشاسته ذرت، ظرفیت نگهداری آب و ویسکوزیته بالاتری داشته و ماست‌های دارای ۰/۵ درصد نشاسته کیفیتی مشابه ماست تهیه شده با ۳ درصد چربی داشتند (۲۰). به طور کلی، افزایش ویسکوزیته در طول دوره نگهداری احتمالاً به علت ایجاد تغییرات در اتصالات پروتئین ـ پروتئین و نیز، افزایش ظرفیت اتصال به آب نشاسته ذرت که سبب کاهش جریان‌پذیری و افزایش مقاومت نمونه در برابر جاری‌شدن می‌باشد. کاهش ویسکوزیته ماست با افزایش زمان نگهداری ممکن است به دلیل فعالیت میکروارگانیسم‌های موجود در مایه کشت و تأثیر بر زنجیره‌های بلند پلیمرهای زیستی باشد (۱۰).

۳-۲- بررسی تأثیر کلی تیمارها بر مقادیر pH، اسیدیته، آب‌اندازی و ویسکوزیته

مطابق شکل۲، بین نمونه‌های مورد بررسی، با افزایش سطح نشاسته ذرت و عصاره چویل، مقادیر pH به ترتیب افزایش و کاهش یافت. نمونه ماست حاوی بیشترین سطح نشاسته ذرت (۲ درصد)، بالاترین pH را داشت و تفاوت آن با نمونه کنترل کاملاً معنی‌دار بود. در مقابل، نمونه ماست محتوی بیشترین غلظت عصاره چویل (۰/۳ درصد)، کمترین pH را نشان داد که نشان‌دهنده ماهیت اسیدی عصاره چویل در مقایسه با نشاسته ذرت و تأثیر معنی‌دار غلظت عصاره بر تغییرات pH نمونه‌های ماست بود (شکل۲).

1 - Tamjidi



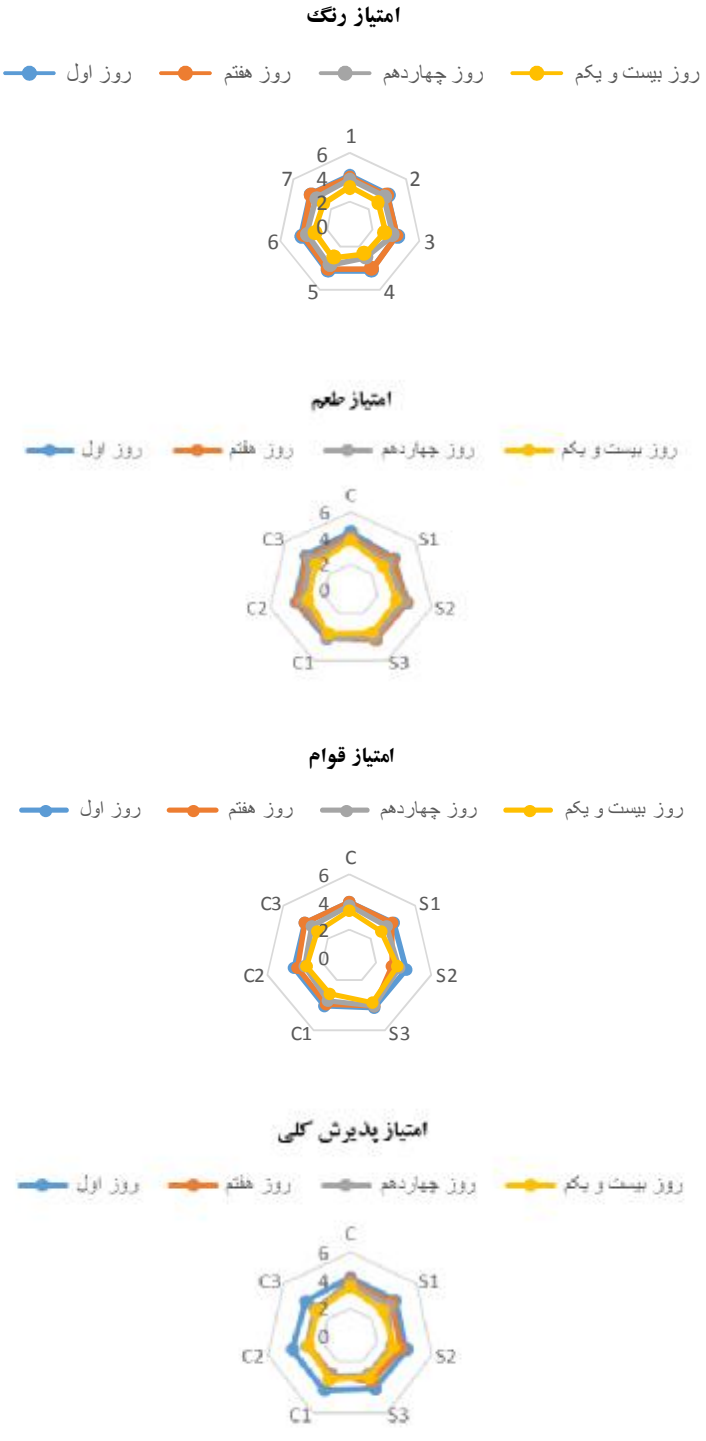
شکل۲- تأثیر کلی تیمارها بر مقادیر pH، اسیدیته، آب‌اندازی و ویسکوزیته.

به نظر می‌رسد حضورعصاره چویل، فعالیت متابولیکی باکتری‌های آغازگر ماست و ل. اسیدوفیلوس را افزایش داده است. بعلاوه، این عصاره دارای pH اسیدی است که خود می‌تواند بر میزان pH نمونه‌های حاوی عصاره مؤثر باشد. در مورد اسیدیته، نمونه ماست حاوی بیشترین غلظت عصاره چویل (۰/۳ درصد)، بیشترین میزان اسیدیته را بین نمونه‌های مورد بررسی داشت و تفاوت آن با سایر نمونه‌ها و نمونه کنترل کاملاً معنی‌دار بود ($p<0/05$). بین نمونه کنترل و نمونه ماست حاوی ۱درصد نشاسته ذرت، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p>0/05$)، اما تفاوت نمونه کنترل با سایر تیمارها کاملاً معنی‌دار بود ($p<0/05$)(شکل۲). دارامولا و همکاران[1] (۲۰۱۳) گزارش دادند که افزودن عصاره‌های قره‌قاط[2] و شیرین‌بیان[3] موجب پیشرفت فرایند تخمیر و در نتیجه افزایش تولید اسیدلاکتیک و اسیدیته ماست می‌گردد (۳۰). با افزایش سطح نشاسته ذرت در نمونه‌های ماست از ۱ تا ۲ درصد، میزان آب‌اندازی کاهش یافت و تفاوت این سه نمونه با نمونه کنترل و نمونه‌های حاوی غلظت‌های مختلف عصاره چویل کاملاً معنی‌دار بود ($p<0/05$). از طرفی، نمونه‌های حاوی عصاره چویل، میزان آب‌اندازی بیشتری داشتند، اما تفاوت آنها با نمونه کنترل از نظر آماری، معنی‌دار نبود ($p>0/05$). بیشترین میزان آب‌اندازی مربوط به نمونه ماست حاوی ۰/۲ درصد عصاره چویل بود (شکل۲). هرچه ترکیبات افزودنی، هماهنگی بیش‌تری با شبکه ماست داشته باشند و آب بیشتری را در خود محصور کنند، می‌توانند باعث کاهش میزان آب‌اندازی ماست شوند. با توجه به اینکه عصاره چویل مانع از تشکیل شبکه کامل پروتئینی در طی گرمخانه‌گذاری و تولید ماست می‌شود، بنابراین می‌تواند موجب افزایش میزان آب‌اندازی نمونه‌های ماست گردد. این اتفاق حتی در مورد افزودن ترکیباتی نظیر پوره توت فرنگی نیز گزارش شده است (۵۹). با افزایش سطح نشاسته ذرت از ۱ به ۲ درصد، مقادیر ویسکوزیته افزایش یافت و تفاوت سه تیمار حاوی نشاسته ذرت با سایر تیمارها و نمونه کنترل کاملاً معنی‌دار بود ($p<0/05$). کم‌ترین ویسکوزیته به نمونه ماست حاوی ۰/۲ درصد عصاره چویل مربوط می‌شد. تفاوت بین نمونه کنترل با نمونه‌های حاوی غلظت‌های مختلف عصاره چویل نیز معنی‌دار ارزیابی شد ($p<0/05$)(شکل۲).

۳-۳- بررسی آزمون‌های حسی (رنگ، طعم، قوام و پذیرش کلی) نمونه‌های ماست پروبیوتیک

کیفیت حسی فرآورده شیری تخمیری فاکتور بسیار مهمی برای مصرف‌کننده به حساب می‌آید (۱۵) که در این میان، رنگ یکی از مهمترین شاخص‌های کیفی مواد غذایی است و پذیرش ماده غذایی توسط مصرف‌کننده به طور معنی‌داری تحت تأثیر این پارامتر قرار می‌گیرد (۳۱).

1 Daramola
2 - Biberry : *Vaccinium myrthillus*
3- Liquorice: *Glycyrrhiza glabra*



شکل۳- روند تغییرات پارامترهای حسی نمونه‌های ماست طی زمان نگهداری در یخچال.

مطابق شکل۳، با گذشت زمان، از امتیازات رنگ نمونه‌های ماست کاسته شد و نمونه ماست حاوی ۰/۱ درصد عصاره چویل بالاترین میانگین امتیاز رنگ را نشان داد که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها و نمونه کنترل داشت ($p<0/05$). در روز پایانی، نمونه کنترل بالاترین امتیاز را داشت که تفاوت آن با نمونه‌های حاوی عصاره چویل و نشاسته ذرت کاملاً معنی‌دار بود ($p<0/05$)(شکل۳). هم راستا با این نتیجه، مادوکه و همکاران[1] (۲۰۱۳) گزارش کردند که رنگ نمونه ماست کنترل دارای امتیازات بیشتری در مقایسه با نمونه‌های غنی‌شده با عصاره مورینگا بودند (۴۱). در مقابل، در تحقیق غیاثی و همکاران (۱۳۹۱)، نمونه‌های ماست حاوی سطوح مختلف عصاره توت فرنگی امتیازات رنگ بیشتری در مقایسه با نمونه ماست کنترل (فاقد عصاره توت فرنگی) داشتند. بهبود رنگ ماست غنی‌شده با عصاره‌های گیاهی و میوه‌های مختلف در پژوهش‌های یو و همکاران[2] (۲۰۱۴) (۶۴) و کیم و همکاران[3] (۲۰۰۹) (۳۹) گزارش شده است. در مقابل، در مطالعه نوین و هووانگ[4] (۲۰۱۶)، رنگ نمونه‌های ماست غنی‌شده با ۳ درصد عصاره Aronia تحت تأثیر قرار نگرفت (۴۸). بر اساس شکل۳، افزایش زمان نگهداری موجب کاهش امتیازات طعم نمونه‌های مورد بررسی گردید و تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها طی زمان وجود داشت ($p<0/05$). بین نمونه‌های حاوی عصاره چویل و نشاسته ذرت، بیشترین میانگین امتیاز طعم طی کل دوره متعلق به نمونه حاوی ۲ درصد نشاسته ذرت بود که تفاوت معنی‌داری با نمونه‌های حاوی ۱ و ۱/۵ درصد نشاسته ذرت نداشت ($p>0/05$)، اما با سایر نمونه‌ها دارای تفاوت کاملاً معنی‌داری بود ($p<0/05$). در پژوهشی مشخص شد که نشاسته ذرت در مقایسه با ژلاتین و کربوکسی متیل سلولز، امتیاز بالاتری از نظر طعم در ماست معمولی کسب نمود (۲۱). در روز پایانی، نمونه کنترل بالاترین امتیاز را کسب کرد و تفاوت آن با سایر نمونه‌ها کاملاً معنی‌دار بود ($p<0/05$)(شکل۳). کاهش امتیازدهی توسط ارزیاب‌ها به نمونه‌های حاوی عصاره چویل می‌تواند به علت سرعت بالای حرکت مواد مولد طعم حاصل از عصاره در دهان باشد که تأثیری منفی بر ارزیابی حسی طعم توسط گروه ارزیاب گذارد. همچنین، احتمالاً مربوط به تجمع متابولیت تخمیری پروبیوتیک‌ها نظیر اسید استیک و پراکسید هیدروژن در تیمارهای حاوی عصاره به واسطه اثرات تحریک‌کنندگی عصاره‌ها می‌باشد (۲۶). طبق مطالعات، ویژگی‌های حسی ماست پروبیوتیک نسبت به ماست معمولی طی دوره نگهداری کاهش می‌یابد، مگر اینکه از پایدارکننده‌ها یا ترکیبات پری‌بیوتیکی استفاده شود. نتایج برخی از محققین این مطلب را تأیید می‌کند (۳۴). اگرچه برخی گزارشات نشان دادند که به‌کارگیری مقادیر بالای پری‌بیوتیک‌هایی نظیر اینولین موجب کاهش ویژگی‌های حسی به ویژه طعم ماست می‌شود (۴۴). در مقابل، کارامان و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که افزایش امتیازات مزه بستنی‌های بر پایه خرمالو با افزایش غلظت پوره خرمالو در ارتباط است (۳۸). قوام اصطلاحی است که در نشان دادن جنبه‌های مرتبط با سیالیت و تغییر شکل حائز اهمیّت بوده و می‌تواند شامل خواص رئولوژیکی یک فرآورده باشد. فرایند دهانی بین زبان و سقف دهان اهمیّت بیشتری در رابطه با چسبندگی و خامه‌ای بودن دارد (۵۲). مطابق شکل ۳، با افزایش زمان نگهداری، از امتیازات قوام نمونه‌های مورد بررسی کاسته شد و تفاوت معنی‌داری بین تیمارها طی دوره نگهداری وجود داشت ($p<0/05$). این نتایج با نتایج تحقیقات آیار و گارلین (۲۰۱۴) در مورد نمونه‌های ماست حاوی عصاره‌های گیلاس، توت فرنگی، هویج سیاه، کدو تنبل، عدس، کنجد، دارچین و نعناع طی زمان نگهداری در سرما مطابقت دارد (۲۵). میانگین امتیاز قوام نمونه‌های حاوی نشاسته ذرت بیش از عصاره چویل بود و نمونه ماست حاوی ۲ درصد نشاسته ذرت، بالاترین میانگین امتیاز را در مقایسه با سایر نمونه‌ها و نمونه کنترل نشان داد. در مطالعه‌ای مشخص شد که نمونه‌های ماست بدون چربی تهیه شده با

1 - Madukwe
2- *Yu et al*
3- *Kim et al*
4- Nguyen and Hwang

نشاسته ذرت و ژلاتین از نظر قوام، امتیازات بالاتری در مقایسه با نمونه شاهد داشتند (۲۰). گزارش شده که استفاده از الیگوفروکتوز در فرآورده‌های لبنی موجب بهبود قوام فرآورده نهایی بر طبق نظرات گروه ارزیاب می‌شود (۴۶). جز میانگین امتیازات دو نمونه حاوی ۱ درصد نشاسته ذرت و ۰/۲ درصد عصاره چویل، سایر نمونه ها با هم تفاوت معنی‌داری داشتند ($p<0/05$)(شکل۳). شاید غلظت‌های بالای عصاره موجب تخریب شبکه ژل در ماست طی زمان نگهداری و به ویژه در روزهای پایانی گردید و بدین ترتیب، امتیازات قوام در این تیمارها کاهش یافت. از طرفی، احتمالاً سطوح بالای عصاره تأثیر تحریک‌کنندگی کمتری در مقایسه با سطوح پائین عصاره بر روی فعالیت آغازگرهای مولد اگزوپلی‌ساکارید داشت. قابلیت پذیرش کلی[1] ماست تحت تأثیر شیر مورد استفاده جهت تولید این فرآورده، کِشت‌های آغازگر، افزودنی‌ها و تکنیک‌های تولید قرار دارد (۲۴). دانه‌ای شدن، گازدار شدن، آب‌اندازی، ایجاد طعم تلخ ناشی از تجزیه پپتیدها در ساختار ماست از جمله عوامل کاهش قابلیت پذیرش این فرآورده لبنی می‌باشند (۴۶). مطابق نتایج این پژوهش، با گذشت زمان، از امتیازات «پذیرش کلی» نمونه‌های ماست کاسته شد و این کاهش از روز اول تا بیست و یکم به اندازه ۱ امتیاز حسی بود. نمونه کنترل بالاترین امتیاز پذیرش‌کلی را داشت. بین نمونه‌های حاوی عصاره چویل و نشاسته ذرت، نمونه ماست حاوی ۲ درصد نشاسته ذرت، میانگین امتیازات بیشتری طی زمان نگهداری نشان داد و تفاوت آن با نمونه کنترل و سایر نمونه‌ها کاملاً معنی‌دار بود ($p<0/05$). در مقابل، نمونه حاوی بیشترین غلظت عصاره چویل (۳ درصد) کمترین امتیاز را داشت. این نتیجه با نتایج مطالعه روزان[1] و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی خواص کیفی ماست غنی‌سازی شده با عصاره هویج وRoselle طی زمان نگهداری مطابقت دارد (۵۳). همچنین، در پژوهش امیردیوانی و بابا[2] (۲۰۱۳)، بین نمونه‌های ماست حاوی چای سبز با نمونه کنترل تفاوت کاملاً معنی‌داری از نظر پذیرش کلی وجود داشت (۲۲). در مقابل، ناجبار ـ نیکو[3] (۲۰۱۴) گزارش دادند که تفاوت معنی‌داری بین قابلیت پذیرش ماست پروبیوتیک حاوی سطوح مختلف عصاره چای سبز (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) و نمونه کنترل وجود نداشت (۴۷). در مقابل، در تحقیقی، گزارش شد ژلاتین موجب افزایش پذیرش کلی نمونه‌های ماست می‌شود(۴۰). همچنین، گزارش شد که قابلیت پذیرش ماست پروبیوتیک حاوی پری‌بیوتیک یا جایگزین‌های چربی نظیر نشاسته و ژلاتین بیش از ماست معمولی است (۴۳). با توجه به نتایج ارزیابی حسی و سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده، نمونه حاوی ۲ درصد نشاسته ذرت به عنوان نمونه بهینه انتخاب گردید.

٤- نتیجه‌گیری

به عنوان نتیجه‌گیری نهایی می‌توان گفت که با افزایش سطح نشاسته ذرت و عصاره چویل، pH به ترتیب افزایش و کاهش یافت. نمونه‌های حاوی سطوح مختلف نشاسته ذرت، تأثیر بیشتری بر میزان آب‌اندازی و ویسکوزیته در مقایسه با عصاره چویل داشت که به دلیل ماهیت نشاسته ذرت در افزایش ظرفیت نگهداری آب و در نتیجه کاهش آب‌اندازی و ویسکوزیته نمونه‌های ماست بود. از نظر فعالیت آنتی‌اکسیدانی، نمونه‌های حاوی عصاره چویل نتایج بهتری از نشاسته ذرت داشت که اساساً به واسطه حضور ترکیبات فنولی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی بود. بیشترین میانگین امتیاز طعم، قوام و پذیرش‌کلی طی کل دوره متعلق به نمونه حاوی ۲ درصد نشاسته ذرت بود، در حالی که نمونه ماست حاوی ۰/۱ درصد عصاره چویل بالاترین میانگین امتیاز رنگ را از نظر ارزیابان حسی کسب نمودند. به عنوان نتیجه‌گیری، می‌توان نمونه ماست حاوی ۲ درصد نشاسته ذرت را به عنوان نمونه با خواص کیفی برتر معرفی نمود.

1- Overall Acceptance
2 - Amindivani and Baba
3 - Najgebauer-Leyko

۵- منابع

۱. آقاجانی، ع.، پوراحمد، ر. و مهدوی عادلی، ح.۱۳۹۰. اثر ترکیبات پری‌بیوتیک بر روی ماست پروبیوتیک حاوی *لاکتوباسیلوس کازئی*. *فصلنامه علوم غذایی و تغذیه*، سال هشتم، شماره ٤، ۸۲-۷۳.

۲. آقاجانی، ع.، پوراحمد، ر. و مهدوی عادلی، ح. ۱۳۹۱. تولید و نگهداری ماست سین بیوتیک حاوی *لاکتوباسیلوس کازئی*. *فصلنامه علوم غذایی و تغذیه*، سال دهم، شماره ۱، ۲۲-۱۹.

۳. استاندارد ملی ایران. ۱۳۷۱. شیر پاستوریزه: ویژگی‌ها و روش‌های آزمون، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، شماره ۲۸۵۲.

٤. بهرام پرور، م.، حداد خداپرست، م. ح و امینی، ا. م.۱۳۸۷. بررسی تاثیر جایگزینی مقادیر مختلف صمغ های کربوکسی متیل سلولز و ثعلب با صمغ دانه بالنگو شیرازی بر خصوصیات بستنی سخت خامه‌ای. *مجله پژوهشهای علوم و صنایع غذایی*، ٤۸-۳۷.

۵. رضایی، ع.، خسروشاهی اصل، ا.، زمردی، ش. و ملکی نژاد، ح.۱۳۹۲. تأثیر افزودن کازئینات سدیم و عصاره نعناع فلفلی بر زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس کازئی* و ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی و آنتی‌اکسیدانی ماست پروبیوتیک بدون چربی، *نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی*، جلد۲۳، شماره۲۳، ٤۳٤-٤۲۳.

٦. زارعلی، م.، حجتی، م.، تهموزی دیده بان، س، و جوینده، ح. ۱۳۹٤. ارزیابی تأثیر عصارهٔ خوشاریزه و چای کوهی بر خصوصیات کیفی و حسی دوغ، *مجله مهندسی بیوسیستم ایران*، دورهٔ ٤٦ ، شمارهٔ سوم، ۳۳۷-۳۲۷.

۷. زمردی، ش.، آبرون،ن، و خسروشاهی اصل، ا. ۱۳۹٤. افزایش زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و بهبود خواص کیفی در ماست سین‌بیوتیک با استفاده از فیبرسیب و گندم، *فصلنامه علوم و صنایع غذایی*، شماره٤۸، دوره۱۲، ۲۱٤-۲۰۳.

۸. طباطبایی یزدی،ف.، علیزاده بهبهانی، ب، و حیدری سورشجانی،م.۱۳۹۳. مقایسه اثر ضدمیکروبی عصاره گیاه چویل با انواع آنتی-بیوتیک‌های رایج درمانی در شرایط آزمایشگاهی، *مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک، سال هفدهم*، شماره سوم، صفحات٤٦-۳۵.

۹. غیاثی، ح.، مقصودلو، ی.، خمیری، م، صادقی ماهونک، ع. ر.۱۳۹۱. فرمولاسیون ماست طعم-دار میوه‌ای قالبی با استفاده از رنگدانه طبیعی و بررسی ویژگی‌های آن. *مجله علمی ـ پژوهشی علوم و فنّاوری غذایی*، سال چهارم، شماره دوم، ۹-۱.

۱۰. محمدی الستی، ف.، فدائی نوغانی، و، و خسروی دارانی، ک.۱۳۹۵. تأثیر غلظت‌های مختلف جلبک *اسپیرولینا* پلاتنسیس بر برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی ماست اسفناج پروبیوتیک، *نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی*، جلد بیست و ششم، شماره دوم، ۱٤۳-۱۲۷.

۱۱. مرتضویان، ا. م. و سهراب وندی، س. ۱۳۸۵. مروری بر پروبیوتیک ها و فرآورده های غذایی پروبیوتیک، انتشارات اتا، تهران.

۱۲. مهجوریان، ع.، توکلی پور، ح، و مختاریان، م. ۱۳۹۳. مطالعه برخی خصوصیات ماست پروبیوتیک غنی شده با ریتنتیت و کنسانتره پروتئینی آب پنیر، *نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی*، جلد ششم، شماره اول، ۱۱۸-۱۰۳.

۱۳. مؤیدنیا، ن. احسانی، م. و امام جمعه، ز. و مظاهری، ا. ف. ۱۳۸۸. تولید شیر اسیدوفیلوس به عنوان یک نوشیدنی شیری تخمیر شده پروبیوتیکی، *مجله علوم غذایی و تغذیه*، سال هفتم، شماره۱.

۱٤. یگانه زاد، س.، مظاهری تهرانی، م.، شهیدی، ف. و زایر زاده، ا. ۱۳۸۸. بررسی اثر شیر سویا بر زنده ماندن باکتری های لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و ویژگی های فیزیکوشیمیایی و ارگانولپتیک ماست پروبیوتیک، مجله *علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، شماره ۱.

15. Adhikari, K., Mustapha, A. and Grun,I.U. 2003. Survival and metabolic activity of microencapsulated bifidobacterium in stirred yogurt. *J. Food Sci*, 68: 275–280.
16. Adzahan, N. M. 2002. Modification on wheat, sago and tapioca starches by irradiation and its effect on thephysical properties of fish cracker (keropok). Food Technology. Selangor, University of Putra Malaysia. Master of Science: 222.
17. Aghajani, A. R. and Pourahmad, R. 2012. Effect of Lactulose and Inulin on Physicochemical and Microbial Properties of Synbiotic Yogurt. *Annals of Biological Research*, 3(12):5692-5696.
18. Aghajani, A. R., Pourahmad, R. and Mahdavi adeli, H. R. 2012. Evaluation of physicochemical changes and survival of probiotic bacteria in synbiotic yogurt. *Journal of Food Bioscience & Technology*, 2:13-22.
19. Aghajani, A. R. ,Pourahmad, R. and Mahdavi adeli,H.R. 2014. Effect of oligofructose, lactulose and inulin mixture as prebiotic on physicochemical properties of synbiotic yogurt. *Journal of Food Bioscience & Technology*, 4(2):33-40.
20. Aghazadeh meshgi, M., Mohammadi, KH., Tutunchi, S. and Farahanian, Z. 2009. Production of Nonfat Set Yogurt with Corn Starch and Gelatin.
21. Alakali, J.S., Okonkwo, T.M. and Iordye, E. M. 2008. Effect of stabilizers on the physico-chemical and sensory attributes of thermized yoghurt. *African Journal of Biotechnology*, 7 (2):158-163.
22. Amirdivani, S. and Baba, A. 2013. A rheological properties and sensory characteristics of green tea yogurt during storage. *Life Sci J*, 10: 378-390.
23. Ares, G., Goncalvez, D., Perez, C., Reolon, G., Segura, N., Lema, P. and, Gambaro, A. 2007. Influence of gelatin and starch on the instrument and sensory texture of stirred yogurt. *International of Journal Dairy Technology*, 60: 263-269.
24. Ayar, A., Sert, D. and Kalyoncu, I.H. 2005. The chemical, rheological and sensory properties produced yogurt with different fruit. *Food and Feed Science-Technology*, 2: 11–19.
25. Ayar, A. and Gurlin, E. 2014. Production and Sensory, Textural, Physicochemical Properties of Flavored Spreadable Yogurt. *Life Science Journal*,11(4): 58-65.
26. Beheshtipour, H., Mortazavian, A.M., Mohammadi, R., Sohrabvandi, S. and Khosravi- Darani, K. 2013. Supplementation of Spirulina platensis and Chlorella vulgaris algae into probiotic fermented milks. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12: 144-154.
27. Bristone, C., Badau, M.H., Igwebuike, J.U. and Igwegbe, A.O .2015. Production and evaluation of yoghurt from mixtures of cow milk, milk extract from soybeans and tiger nut, World J. *Dairy and Food Sci*,10(2): 159-169.
28. Coggins, P.C., Schilling, M.W., Kumari, S. and Gerard, P. D. 2008. Development of a Sensory Lexicon for Conventional Milk Yogurt in the United States. *Journal of Sensory Studies* 23: 671-687.
29. Csutak,E. 2006. Influence of raw milk quality on *Lactobacillus acidophilus* multiplication and probiotic yogurt

parameters of sunflower oil added with some natural byproduct extracts. *J. Sci. Food Agr*, 92(1): 49-58.
39. Kim, K. H., Hwang, H. R., Jo, J.E., Lee, S.Y., Kim, N.Y. and Yook, H.S. 2009. Quality characteristics of yogurt prepared with flowering cherry (*Prunus serrulata L. var. spontanea Max. wils.*) fruit powder during storage. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 38: 1229-1236.
40. Kumar, P. and Mishra, H.N. 2004. Mango soy fortified set yoghurt: effect of stabilizer addition on physicochemical, sensory and textural properties. *Food Chemistry*, 87:501–507.
41. Madukwe, E.U., Ezeugwu, J.O. and Eme, P.E. 2013. Nutrient composition and sensory evaluation of dry Moringa oleifera aqueous extract. *Inter J Basic Appl Sci*, 13: 100-102.
42. Mahdian, E. and Mazaheri Tehrani, M. 2007. Evaluation the effect of milk total solids on the relationship between growth and activity of starter cultures and quality of concentrated yoghurt. *American - Eurasian Journal of Agriculture and Enviromental Sciences*, 2(5): 587-522.
43. Matijevic, B., Bozanic, R. and Tratnik, L. 2009. The influence of lactulose on growth and survival of probiotic bacteria *Lactobacillus acidophilus La-5* and *Bifidobacterium animals subsp. Lactis BB-12* in reconstituted sweet whey. *Mljekarstvo*, 59(1): 20-27.
44. Mattila-Sandholm, T. and Saarela, M. 2003. Functional dairy products. CRC press, New York, 1-400. *Journal of Food Protection*, 56(8): 731-733.
45. Mohammad, A. 2004. Influence of different types of milk and stabilizers on sensory evaluation and whey separation of yoghurt. *Pakistan Journal of Science Industrial Research*, 47(5): 398–402.
46. Mohebbi, M. and Ghoddusi, H. B. 2008. Rheological and sensory evaluation of yogurts containing probiotic cultures. *Journal of* production. *Lucrari Stiintifice*, 52: 604-609.
30. Daramola, B., Oje, O.J. and Oduola, R.O. 2013. Phytochemical screening and application of extracts of selected plant foods in preparation of enhanced sensorial and healthier image yoghurt. *African Journal of Biotechnology*, 12(1): 96-102.
31. Garcia-Perez, F.J., Lario, Y., Fernandez-Lopez, J., Sayas, E., Perez-Alvarez, J.A. and Sendra, E. 2005. Effect of orange fiber addition on yogurt color during fermentation and cold storage. *Color Research and Application*, 30, 457–463.
32. Gutierrez, J., Barry- Ryan, C. and Bourke, P. 2009. Antimicrobial activity of plant essential oils using food model media: Efficacy, synergistic potential and interactions with food components. *Food Microbiol*, 26:142-150.
33. Hadjiakhoondi, A., Aghel, N. and Etemadi, R. 2002. Chemical and biological study of essential oil of Ferulago macrocarpa (Fenzi) Boiss. *Hamdard Med*, 45: 35-38.
34. Hekmat, S. and Reid, G. 2006. Sensory properties of probiotic yogurt is comparable to standard yogurt. *Nutrition Research*, 26:163-166.
35. Heywood, V.H., Brummitt, R. K., Culham, A. and Seberg, O. 2007. Flowering plant families of the world, New York, U.S, Firefly books. instrumental and sensory texture of stirred yogurt. *Int. J. Dairy Technol.* 60:263-269.
36. Jobling, S. 2004. Improving starch for food and industrial applications. *Current opinion in plant biology*, 7(2): 21-34.
37. Kailasapathy, K. 2006. Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory properties of yogurt. *LWT*, 39: 1221-1227.
38. Karaman, S., Ozturk, I., Yalcin, H., Kayacier, A. and Sagdic, O. 2012. Comparison of adaptive neuro-fuzzy inference system and artificial neural networks for estimation of oxidation

storage. *Food Hydrocolloids*, 22: 1291–1297.
55. Sharifi, F., Rafieirad, M. and Sazegar, H. 2015. Effects of *Ferulago angulata* extract against oxidative stress induced by 6-hydroxydopamine in rats. *Journal of Medicinal Plants*,14(53): 34-44.
56. Tamime, A. K. and Robinson, R.K. 1999. Background to manufacturin practices.Yoghurt Science.
57. Tamime, A.Y. and Robinson, R. K. 2007. Yoghurt: Science and Technology. 3rd ed, London: Woordhead Publishing.
58. Tamjidi, F., Nasirpour, A. and Shahedi, M. 2012. Physicochemical and sensory properties of yogurt enriched with microencapsulated fish oil. *Food Sci Technol Int*, 18(4): 381–390.
59. Tarakci, Z. 2010. Kafkas Univ Vetriner Fakul Dergisi,16(2):173-178.
60. Unal, B., Metin, S. and Isikli, N.D. 2003. Use of response surface methodology to describe the combined effect of storage time, locust bean gum and dry matter of milk on the physical properties of low-fat set yogurt. *International Dairy Journal*, 13: 909-916.
61. Vahcic, N. and Hruskar,M. 2000. Slovenian fermented milk with probiotics. Zootehnika, 76:41-46.
62. van Vliet, T., Lucey, J. A., Grolle,K. and Walstra, P. 1997. Rearrangements in acid-induced casein gels during and after gel formation. In: Food Colloids: Protein, Lipids, and Polysaccharides (Ed. E. Dickinson and B. Bergenstahl), Royal Society of Chemistry, *Cambridge, UK*. PP 335-345.
63. Yeganehzad, S., Mazaheri-Tehrani,M. and Shahidi, F. 2007. Studying microbial, physicochemical and sensory properties of directly concentration probiotic yogurt. *African Journal of Agricultural Research*, 2(8): 366-369.
64. Yu, M. S., Kim, J. M., Lee, C. H., Son,Y.J. and Kim, S.K. 2014. Quality Characteristics of Stirred Yoghurt Added with Fermented Red Pepper. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 34:408-414.

Agriculture Science Technology, 10:147-155.
47. Najgebauer-Leyko, D. 2014. Effect of green tea supplementation on the microbiological, antioxidant, and sensory properties of probiotic milks. *J Dairy Sci Technol*, 49: 327-339.
48. Nguyen, L. and Hwang, E.S. 2016. Quality characteristics and antioxidant activity of yogurt supplemented with Aronia (*Aronia melanocarpa*) Juice. *Preventive Nutrition and Food Science*, 21: 330-337.
49. Oliveira, R. P. S., Perego, P., Converti, A. and Oliveira, M. N. 2009. Effect of inulin supplementation of milk to prepare fermented biomilks. *Journal of Food Science*, 14: 1-7.
50. Ozer, B., Kirmaci, H.A., Oztekin, S., Hayaloglu, A.A. and Atamer, M. 2007. Incorporation of microbial transglutaminase into non-fat yogurt production, *International Dairy Journal,* 17: 199-207.
51. Perrin, S., Fougnies, C., Grill, J.P., Jacobsm, H. and Schneiderm, F. 2002. Fermentation of chicory fructo-oligosaccharides in mixtures of different degrees of polymerization by three strains of bifidobacteria. *Canadian Journal of Microbiology*, 48: 759–763.
52. Ribeiro, J.E.S., Sant'Ana, A.M.S. and Sousa, J.R.T. 2016. Influence of variable water-soluble soy extract and inulin contents on the rheological, technological and sensory properties of grape-flavored yogurt-like beverages made from caprine milk. *Int. J. Engineering Research and Applications*, 6: 21-32.
53. Rozan, M., Darwish, A. and Bayomy, H. 2017. Effect of Roselle extract (*Hibiscus sabdariffa*) on stability of carotenoids, bioactive compounds and antioxidant activity of yoghurt fortified with carrot juice (*Daucus carota L.*). *World Journal of Dairy & Food Sciences*,12(2): 94-101.
54. Sahan, N., Yasar, K. and Hayaloglu, A.A. 2008, Physical, chemical and flavor quality of non-fat yogurt as affected by a bglucan hydrocolloidal composite during

(Original Research Paper)

Physicochemical and Sensory Evaluation of low-fat Probiotic Yogurt Containing Corn Starch and Ferulago Angulata (Chevil) Extract

Abdolreza Aghajani[1*], Farhad Mirzaei[2], Mehdi Kermani[3], Mohammad Reza Saeidi Asl[4], Ahmad Pedram Nia[4]

1- Department of Food Science and Technology, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran.
2- Senior Researcher of Animal Science Research Institute, Karaj, Iran.
3-Senior Expert of Health Care, Health and Wellness Office, Qom Province Education, Qom, Iran.
4- Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

Received:01/07/2019 Accepted:08/06/2020

Abstract

Due to the problems associated with fat intake in diets and on the other hand, the positive role of fat in dairy products such as yogurt, the use of fat substitutes such as starch will help maintain the ultimate quality. Chevil is one of the most important aromatic and medicinal plants in Iran, traditionally used in dairy products and ghee. The aim of this study was to evaluate the effect of corn starch (1, 1.5, 2 %) and F.angulata extract (0.1, 0.2, 0.3%) on some physicochemical characteristics including pH value, acidity, syneresis, viscosity and sensory parametrs color, flavor, consistency and overall acceptance of low-fat probiotic yogurt. The results showed that with increasing the corn starch content and F. angulata extract, pH value increased and decreased, respectively. Yogurt sample containing the highest corn starch (2%) and F.angulata extract (0.3%) had the highest pH value and lowest acidity, respectively. With increasing corn starch, syneresis decreased. The sample containing 1.5% corn starch had the highest viscosity. In contrast, samples containing more F.angulata extract had more syneresis and the lowest viscosity was related to yoghurt containing 0.2% F.angulata extract. Over time, the sensory scores of samples were declined. The yogurt sample containing 0.1% F.angulata extract showed the highest color score. The highest average flavor, consistency and overall acceptance scores during cold storage belonged to the sample containing 2% corn starch. As a conclusion, we can introduce sample containing 2% corn starch as a sample with superior quality properties.

Keywords: Corn Starch, Ferulago Angulata Extract, Lactobacillus Acidophilus, Probiotic, Yogurt.

[*]Corresponding Author:Ab.aghajani@yahoo.com