نشریه تازه ها در میکروب‌شناسی دامپزشکی
وبگاه: nfvm.uoz.ac.ir
دو فصلنامه - شاپا چاپی: ۲۶۴۵-۴۴۹۱ شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۵۰۰۴
دوره ۷، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۳، صفحات ۱۰- ۲۴

ارزیابی حسی و میکروبی خامه قنادی عملگرا (شیرین‌بیان/ موسیلاژ پنیرک/ *لاکتوباسیلوس پلانتاروم*)

محمد حسن‌بیکی[۱]، لیلا گلستان[۲]، زهره مشاک*[۳]، محمد احمدی[۲]، سیدمهدی جعفری[۴]

۱- دانشجوی دکتری تخصصی، گروه بهداشت مواد غذایی، واحد آیت اله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران.
۲- استادیار، گروه بهداشت مواد غذایی، واحد آیت اله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران.
۳- دانشیار، گروه بهداشت مواد غذایی، واحد کرج، دانشگاه آزا د اسلامی، کرج، ایران.
۴- استاد، گروه آموزشی مهندسی مواد و طراحی صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

دریافت مقاله: ۳۰ بهمن ۱۴۰۲، بازنگری: ۲۰ اسفند ۱۴۰۲، پذیرش نهایی: ۲۲ اسفند ۱۴۰۲

10.22034/nfvm.2024. 450424.1234

چکیده

این مطالعه با هدف معرفی خامه فراسودمند حاوی عصاره شیرین‌بیان، موسیلاژ گیاه پنیرک و *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* طی مدت ۶۰ روز نگهداری انجام شد. ابتدا *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* با آلژینات سدیم و سپس با موسیلاژ گیاه پنیرک استخراج شده به‌صورت ثانویه پوشش‌دهی شدند. پس از تهیه خامه قنادی، میکروکپسول‌های پروبیوتیک (10^{7} cfu/g) به تیمارها اضافه شد. در نهایت عصاره شیرین‌بیان خشک شده در غلظت‌های (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) و موسیلاژ گیاه پنیرک در غلظت‌های (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) به‌ترتیب به‌منظور جایگزین شکر و چربی به تیمارها اضافه شدند. در مجموع هفت ترکیب فنلی، فلاونوئیدی و کوئرستین شامل جنتیسیک اسید، اسید کافئیک، اسید p-کوماریک، اسید فرولیک، لوتئولین، آپیژنین و اسید سیناپیک به غلظت ۲۰µg/mL در عصاره شیرین‌بیان شناسایی شد. افزودن عصاره شیرین‌بیان و موسیلاژ گیاه پنیرک سبب کاهش میزان قند کل، کالری و چربی در این تیمارها شد ($p<۰/۰۵$). آلودگی میکروبی (*اشریشیاکلی*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، کپک و مخمر) در گروه‌های مورد بررسی طی ۶۰ روز نگهداری مشاهده نشد. ($p>۰/۰۵$). نتایج زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها نشان داد، افزودن عصاره گیاه شیرین‌بیان و موسیلاژ پنیرک سبب افزایش زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک می‌شود ($p<۰/۰۵$). در ارزیابی حسی درصدهای بالای عصاره شیرین‌بیان و موسیلاژ گیاه پنیرک (۱۵ درصد) از طرف ارزیابان حسی مورد مقبولیت قرار نگرفتند. نمونه‌های عصاره شیرین‌بیان و موسیلاژ گیاه پنیرک (۱۰ درصد) پذیرش حسی خوبی از طرف مصرف‌کننده داشتند ($p<۰/۰۵$) و به‌عنوان نمونه برتر مطالعه معرفی گردیدند که طی ۴۵ روز با بهترین ارزیابی حسی و میکروبی، اثرات فراسودمند خود را برای مصرف‌کننده نشان دادند.

واژگان کلیدی: *خامه قنادی، لاکتوباسیلوس پلانتاروم، عصاره شیرین‌بیان، موسیلاژ پنیرک، ارزیابی*

* پست الکترونیک نویسنده مسئول مکاتبه: mashak@kiau.ac.ir

مقدمه

با تغییرالگوی رفتاری مصرف‌کننده نسبت به مصرف محصولات غذایی سالم و فراسودمند، شیر و فرآورده‌های آن فرصت‌های متعددی برای محققان در جهت توسعه محصولات با خواص فراسودمند و زیست‌فعال را فراهم کردند (۱). خامه قنادی یک نوع امولسیون روغن در آب می‌باشد که در اثر همزدن، هوا به درون بافت آن نفوذ می‌کند و کف ایجاد می‌کند. در طی همزدن، حباب‌های هوا بین چربی و بخش شیر پراکنده شده و تا حدودی توسط فاز چربی احاطه می‌شود. هر چقدر زمان مخلوط کردن بیشتر شود حباب‌های هوا کوچک‌تر شده و تجمع چربی در اطراف آنها افزایش می‌یابد و در نتیجه، حجم کف به همان میزان افزایش می‌یابد و بافت آن سفت‌تر می‌شود. اگر مدت زمان همزدن خامه بیش از اندازه باشد، گلبول‌های چربی با هم یکی شده و شکستن حباب‌های هوا اتفاق می‌افتد، که در پی آن، متلاشی شدن ساختار کف و کاهش هوادهی را به دنبال دارد. این نوع کرم که با نام مینارین نیز به فروش می‌رسد دارای ۳۰ تا ۴۰ درصد چربی (۴۰ درصد) است (۲، ۳). با توجه به افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان در مورد سلامتی، تولیدکنندگان مواد غذایی به تولید محصولات کم‌چرب به‌دلیل کاهش کلسترول و کاهش خطر بیماری عروق کرونر قلب در انسان روی آورده‌اند (۴). بدین منظور ، بدون تغییر در ساختار غذا، بافت و احساس دهانی، انواع مختلفی از جایگزین‌های مشتق شده از منابع طبیعی به‌عنوان جایگزین‌های چربی موثر در مواد غذایی کلوئیدی پدیدار شده‌اند (۵). گیاه پنیرک (*Malva neglecta*) یک گیاه علفی یکساله از رده *Malva* و خانواده *Malvaceae* است. این گیاه حاوی مقادیر زیادی کربوهیدرات، پروتئین و مقادیر کمی روغن و همچنین رطوبت و خاکستر است همچنین مقادیر قابل توجهی آنتی‌اکسیدان از جمله اسکوربیک اسید، بتاکاروتن، α-توکوفرول و گلوتاتیون، مواد معدنی مانند آهن، مس، روی، فسفر و منگنز در گیاه پنیرک وجود دارد. فیتوکمیکال‌های کلیدی موجود در گیاه پنیرک شامل استرول‌ها، فلاونوئیدها، ترکیبات پلی‌فنلی و ترپن‌ها هستند. همچنین ریشه‌ها (۱۱- ۵ درصد)، گل‌ها (۱۰- ۶ درصد)، برگ (۲۶ درصد) و دمبرگ (۲۱ درصد) گیاه پنیرک حاوی موسیلاژ است (۶). موسیلاژها عمدتاً از مجموعه‌ای از پلی‌ساکاریدهای پلیمری با وزن مولکولی بالا تشکیل شده‌اند که به اسیدهای آلی متصل شده‌اند و به دلیل ساختار آنیونی خود می‌توانند با سایر پلیمرهای کاتیونی تعامل داشته باشند و در نتیجه می‌توانند به‌عنوان یک عامل افزودنی مواد غذایی، جایگزین چربی، امولسیفایر و تثبیت کننده در صنایع غذایی استفاده شوند (۷).

ساکارز (که بیشتر با نام شکر شناخته می‌شود) نیز از ترکیبات اصلی خامه قنادی است. کاهش قند محصولات لبنی برای کاهش قند دریافتی ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین، برای چندین دهه از شیرین‌کننده‌های طبیعی برای افزایش طعم غذا و جذب مصرف‌کنندگان استفاده می‌شود (۸). گیاه شیرین‌بیان با نام علمی *Glycyrrhiza* sp. از جمله گیاهان علفی است. ۵۰ درصد وزن خشک ریشه شیرین‌بیان قندهای محلول در آب (۱۵- ۵ درصد گلوکز، ساکارز و مانیتول)، نشاسته (۳۰- ۲۵ درصد)، گلیسیریزین (۱۰- ۱۶ درصد)، آمین‌ها (۱-۲ درصد آسپاراژین، بتائین و کولین) و استرول‌ها (استیگماسترول و بتا سیتوسترول) است (۹). گلیسیریزین با فرمول شیمیایی $C_{42}H_{62}O_{16}$ ترکیب اصلی و تنها ترکیب ساپونینی در ریشه گیاه شیرین‌بیان است که حدود ۶ تا ۱۴ درصد و گاهی تا ۲۰ درصد وزن خشک ریشه را تشکیل می‌دهد. این ماده به‌عنوان یک داروی گیاهی سنتی در کشورهای آسیایی و به‌عنوان شیرین‌کننده و طعم‌دهنده در آب نبات‌ها، غذاها و نوشیدنی‌ها در آمریکا و اروپا استفاده می‌شود. قدرت شیرین‌کنندگی گلیسیریزین ۵۰ تا ۱۰۰ برابر ساکارز و دارای شیرینی آهسته رهشی* است و به مدت طولانی طعم آن در دهان باقی می‌ماند.

* Slow Sweetness

گلیسیریزین به‌عنوان شیرین‌کننده بدون ایجاد بیماری و عوارضی همچون دیابت، پوسیدگی دندان است و در صنایع غذایی کاربرد دارد (۱۰).

محصولات لبنی رایج‌ترین حامل‌های پروبیوتیک هستند. با این حال، پذیرش مصرف‌کننده و بقای پروبیوتیک‌ها در طول ذخیره‌سازی باید در هنگام ساخت یک محصول پروبیوتیک یا همزیست در نظر گرفته شود. دو معیار مهم برای اثربخشی و موفقیت محصولات پروبیوتیک و پری‌بیوتیک، پذیرش مصرف‌کننده و بقای میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک در طول تولید و نگهداری است (۱۱). ریزپوشانی* یک سیستم مؤثر برای بهبود زنده ماندن پروبیوتیک‌ها در این شرایط است. این ترکیبات فراسودمند همچنین تمایل دارند با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی ماتریکس تداخل کنند و خواص رئولوژیکی و بافتی را تغییر دهند (۱).

آزمایش میکروبی مواد غذایی یک فعالیت مهم برای بررسی عدم وجود پاتوژن‌ها و همچنین اقدامات کنترلی در کاهش شیوع پاتوژن‌ها به سطوح قابل قبول می‌باشد. کنترل اجباری میکروارگانیسم‌های شاخص بهداشتی، به‌طور غیر مستقیم نشانگر آلودگی بیولوژیکی با میکروارگانیسم‌ها است. بنابراین حضور، میکروارگانیسم‌ها خارج از محدوده استانداردهای مربوطه نشان‌دهنده وجود احتمالی میکروب‌های خاص است (۱۲). مطالعات میکروبی امولسیون‌های روغنی (مانند خامه قنادی) حوزه مهمی از تحقیقات غذایی است که در سال‌های اخیر به‌دلیل افزایش تقاضا برای محصولات غذایی پایدار و ایمن مورد توجه قرار گرفته است. آلودگی میکروبی این دسته از مواد غذایی می‌تواند منجر به تغییراتی درخواص شیمیایی و فیزیکی آن گردد (نظیر اسیدیته و قوام، که می‌تواند سبب ناپایداری و جدا شدن فازهای چربی و آب شود) (۱۳). بنابراین این مطالعه با هدف امکان‌سنجی تولید خامه قنادی عملگرا پروبیوتیک انجام شد. برای این منظور سویه پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* انتخاب شد و با پوشش آلژینات سدیم ریزپوشانی شد. پس از تهیه میکروکپسول‌های پروبیوتیک در خامه قنادی عملگرا، عصاره ریشه شیرین‌بیان به‌عنوان جایگزین شکر و موسیلاژ گیاه پنیرک به‌عنوان جایگزین چربی استفاده شد و خواص فیزیکوشیمیایی (قند، چربی و کالری کل)، میکروبی (*اشریشیاکلی*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، کپک و مخمر) و بقاء پروبیوتیک‌ها همچنین خواص حسی (مزه، بو، رنگ بافت و پذیرش کلی) طی مدت زمان ماندگاری بررسی شد.

مواد و روش‌ها

تهیه مواد اولیه: گیاه شیرین‌بیان از عطاری‌های گرگان در فصل زمستان و گیاه پنیرک صغیر از بازار محلی البرز خریداری شدند و پس از تأیید پژوهشکده گیاهان داروئی (واقع در استان البرز) جهت انجام تحقیق استفاده شدند. سویه‌های *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* PTCC 1896 به‌صورت ویال‌های لیوفیلیزه ۱ گرمی (10^{12} CFU/Sachet) از مرکز کلکسیون میکروارگانیسم‌های صنعتی ایران تهیه شد. مواد شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق از شرکت Merck (آلمان) و محیط‌های کشت استفاده شده از شرکت Q-Lab (کانادا) خریداری شدند.

تهیه عصاره گیاه شیرین‌بیان: پس از تمیز کردن ریشه‌های گیاه از گل و لای، به کمک قیچی باغبانی به قطعات کوچک تقسیم شد. قطعات ریشه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۱ هفته خشک شدند. سپس با آسیاب چکشی پودر و درکیسه‌های پلی‌اتیلنی در دمای ۴- درجه سلسیوس نگهداری شدند. برای استخراج عصاره شیرین‌بیان، ۵ گرم از نمونه پودر شده با حلال آب در دستگاه سوکسله (اوج آزما پلاست، ایران) به مدت ۴ ساعت قرار گرفت. عصاره به‌دست آمده در دستگاه تقطیر تغلیظ و به کمک فریز درایر (Martin christ، آلمان) خشک گردید (۱۴).

تهیه موسیلاژ گیاه پنیرک صغیر: ابتدا برگ‌ها و

* Encapsulation

ساقه‌های پنیرک، خشک و آسیاب شدند. حذف چربی از نمونه، با ۲۰۰ میلی‌لیتر هگزان به مدت یک ساعت و حذف پروتئین آن با ۰/۱ درصد تری‌کلرواستیک اسید انجام شد. مخلوط به‌دست آمده با سرعت ۱۰۰۰ rpm به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفوژ (Hettich، آلمان) شد. محلول جداشده با حجم ۲ برابر الکل اتیلیک ۹۶ درصد مخلوط شد و صمغ به‌صورت رسوب از فاز مایع جدا گردید. رسوب حاصله در آون با دمای ۴۰ درجه سلسیوس خشک شد (۱۵).

تهیه میکروکپسول‌های پروبیوتیک: ابتدا سویه‌های *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* در محیط کشت MRS به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس گرمخانه‌گذاری (Binder، آلمان) شد. یک کلنی انتخاب و در ۴۰ میلی‌لیتر MRS broth تازه به مدت ۲۴ ساعت به‌صورت بی‌هوازی تلقیح شد. شرایط بی‌هوازی با استفاده از یک محفظه بی‌هوازی (N_2 = ۸۲ درصد، CO_2 = ۱۰ درصد و H_2 = ۷ درصد) در تمام مدت رشد حفظ شد. جهت میکروکپسول باکتری *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* با پوشش آلژینات سدیم ابتدا یک محلول سورفکتانت آبی با پراکندگی ۱ درصد (وزنی/ وزنی) Tween 80 در محلول بافر فسفات ۰/۵ میلی‌مولار (pH =۷) تهیه شد. سپس یک امولسیون روغن در آب حاوی قطرات نسبتاً بزرگ با مخلوط کردن ۱۰ درصد (وزنی/ وزنی) روغن ذرت (لادن، ایران) و ۹۰ درصد (وزنی/ وزنی) محلول سورفکتانت با مخلوط‌کن (Labinco، هند) به مدت ۲ دقیقه تهیه شد. سپس مخلوط به مدت ۵ دقیقه ساکن باقی ماند تا حباب هوا از سیستم خارج شود (تمام مراحل در عرض ۱ ساعت به‌صورت هوازی پردازش می‌شوند تا قرار گرفتن در معرض اکسیژن محدود شود) (۱۶).

تهیه خامه قنادی عملگرا فراسودمند: خامه قنادی در آزمایشگاه سنجش پاسارگارد واقع در پارک علم و فناوری دانشگاه تهران تهیه شد. جهت تهیه خامه قنادی ابتدا درصد چربی خامه خروجی از سپراتور با شیر روی ۳۰ درصد تنظیم شد. سپس شیر روی پلیت گرم و مواد خشک شکر (گلستان، ایران)، کنسانتره پروتئین آب پنیر (پگاه، ایران)، وانیل (گلها، ایران)، عصاره شیرین‌بیان خشک‌شده به شیر اضافه و همزده شد. در نهایت خامه به شیر اضافه و کاملاً محلول شد. جهت پاستوریزه کردن نمونه‌ها، تیمارها در بن‌ماری (Interscience، فرانسه) با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه نگهداری و سپس بلافاصله درون آب سرد قرار داده شدند. میکروکپسول‌های پروبیوتیک با میزان 10^7 cfu/g به تمامی تیمارها افزوده شد. نمونه‌های تولیدی درون ظروف پلاستیکی به مدت ۲۴ ساعت درون یخچال قرار گرفت. این عمل به‌منظور افزایش تبلور چربی و تقویت تشکیل ساختار کف در عمل همزدن انجام گرفت (۱۷). موسیلاژ پنیرک و عصاره شیرین‌بیان خشک‌شده قبل از پاستوریزاسیون به نمونه‌های تولیدی خامه‌های عملگرا بر اساس فرمولاسیون ارائه شده در جدول ۱ اضافه شدند.

جدول ۱- فرمولاسیون بر حسب درصد خامه‌های قنادی عملگرا فراسودمند

کد تیمار	شکر	کنسانتره پروتئین شیر	وانیل	پودر شیرین‌بیان	شیر	خامه	موسیلاژ پنیرک	پروبیوتیک
T_1	۲۰	۰/۲	۰/۱	۰	۱/۵	۷۶/۲	۰	میکروکپسوله
T_2	۱۵	۰/۲	۰/۱	۵	۱/۵	۷۶/۲	۰	میکروکپسوله
T_3	۱۵	۰/۲	۰/۱	۵	۱/۵	۷۱/۲	۵	میکروکپسوله
T_4	۱۰	۰/۲	۰/۱	۱۰	۱/۵	۷۶/۲	۰	میکروکپسوله
T_5	۱۰	۰/۲	۰/۱	۱۰	۱/۵	۶۶/۲	۱۰	میکروکپسوله
T_6	۵	۰/۲	۰/۱	۱۵	۱/۵	۷۶/۲	۰	میکروکپسوله
T_7	۵	۰/۲	۰/۱	۱۵	۱/۵	۶۱/۲	۱۵	میکروکپسوله

شناسایی ترکیبات عصاره گیاه شیرین‌بیان

HPLC* آنالیز HPLC با Beckman HPLC با پمپ مدل ۱۲۷، آشکارساز UV مدل ۱۶۶ و سیستم عامل ۳۲ KARAT Sotware انجام شد. ترکیبات فنلی در طول موج ۲۸۰ نانومتر با سرعت کم ۱ میلی‌متر در دقیقه شناسایی شدند. کارکرد ستون دستگاه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس تنظیم شده بود. جداسازی در یک سیستم پمپاژ دوگانه با تغییر نسبت ۲/۵ درصد (v/v) اسید استیک در آب (فاز متحرک A) و ۷۰ درصد متانول در آب (فاز متحرک B) انجام شد. برنامه شستشوی گرادیان حلال به شرح زیر بود: ۱۰تا ۲۶ درصد (v/v) B در ۱۰ دقیقه، تا ۷۰ درصد B در ۲۰ دقیقه و در نهایت تا ۹۰ درصد B در ۲۵ تا ۳۱ دقیقه. حجم تزریق برای همه نمونه‌ها ۱۰۰ میکرولیتر بود. ترکیبات فنلی با تطبیق زمان ماند و ویژگی‌های طیفی آنها با استانداردها آنالیز شدند (۱۸).

تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خامه قنادی:

چربی و قند کل نمونه‌ها بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۱ (۱۳۹۸) و میزان کالری کل با استفاده از دستگاه بمب کالری‌متر بر اساس روش Ayoubi و همکاران (۲۰۱۹) انجام شد (۱۹، ۱۷، ۲۰).

آزمون میکروبی: برای کلیه آزمون‌های میکروبی در ابتدا رقت‌های متوالی ده برابر تهیه شد. جهت شمارش کپک و مخمر، ۱ میلی‌لیتر از رقت اولیه (10^{-1}) تهیه شده به پلیت سترون منتقل شد؛ سپس ۱۲ تا ۱۵ میلی‌لیتر از محیط کشت کلرامفنیکل آگار† به درون پلیت اضافه شد. سپس روی سطح صاف و خنک قرار گرفته تا جامد شدند. پلیت‌ها به‌صورت وارونه در دمای ۱ ± ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۵ روز گرمخانه‌گذاری شد (۲۱)، جهت شناسایی باکتری *اشریشیاکلی* ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر از از رقت یک‌دهم نمونه‌ها در مجاورت شعله به سه لوله آزمایش حاوی ۱۰ میلی‌لیتر محیط کشت غنی‌کننده بریلیانت گرین بایل لاکتوز براث (دو برابر غلظت) ریخته شد. سه لوله آزمایش کوچک حاوی ۱۰ میلی‌لیتر محیط کشت غنی‌کننده (با غلظت معمولی) آماده و به هرکدام ۱ میلی‌لیتر از رقت یک‌دهم و به هرکدام از سه لوله دیگر ۱ میلی‌لیتر از رقت یک‌صدم در مجاورت شعله اضافه شد. لوله‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس گرمخانه‌گذاری شدند. لوله‌های حاوی گاز در لوله دورهام و کدر که با چشم غیر مسلح قابل تشخیص باشند با استفاده از جدول MPN قرائت شدند. از لوله‌های گرمخانه‌گذاری شده که تشکیل گاز داده بودند، با حلقه کشت درون آب پپتونه و لوله‌های بریلیانت گرین بایل لاکتوز براث حاوی لوله دورهام، کشت داده شد. (گرمخانه‌گذاری در ۴۴ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت). در نهایت ۰/۵ میلی‌لیتر معرف کواکس به لوله آب پپتونه اضافه و پس از ۱ دقیقه آشکار شدن حلقه قرمز رنگ و ایجاد کدورت و گاز در لوله دیگر نشان‌دهنده وجود *اشریشیاکلی* در نمونه‌ها می‌باشد (۲۲). جهت شمارش *استافیلوکوکوس اورئوس* ۰/۱ میلی‌لیتر از لوله‌های رقت‌های متوالی ده برابر از 10^{-3} تا 10^{-1} به پلیت‌های حاوی محیط کشت بردپارکر آگار‡ منتقل و کشت سطحی داده شدند؛ سپس پلیت‌ها به‌صورت وارونه در دمای ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۲ روز گرمخانه‌گذاری شد (۲۳) پس از پایان گرمخانه‌گذاری میزان پرگنه‌ها شمارش و بر اساس Logcfu/g گزارش شد.

زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک در زمان نگهداری:

میکروژل‌های آلژینات مرطوب بارگیری شده با *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* در دمای ۴ درجه سلسیوس به مدت ۲۸ روز تحت شرایط هوازی نگهداری شدند تا ذخیره‌سازی طولانی‌مدت محصولات تجاری را تقلید کنند. زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک طی ۶۰ روز زمان نگهداری (روزهای ۱، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰) بررسی شدند (۱۶).

ویژگی ارگانولپتیکی: پس از آموزش‌های مقدماتی

* High-performance liquid chromatography

† Chloramphenicol agar

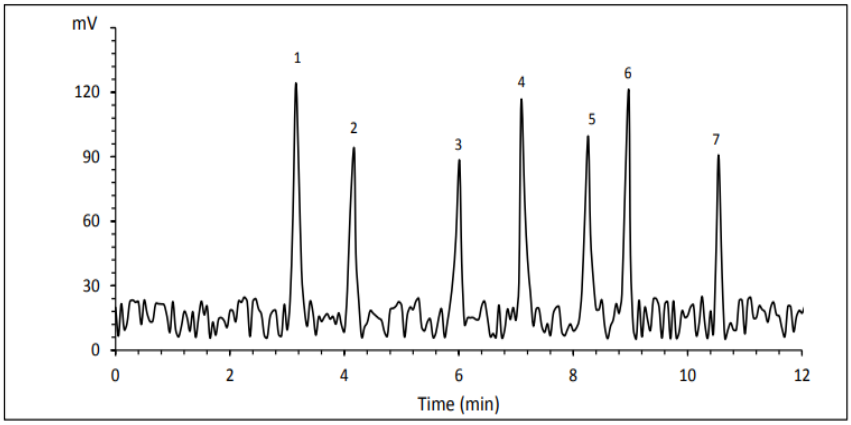
‡ Baird-Parker Agar

تعداد ۳۰ نفر ارزیاب (۱۵ مرد و ۱۵ زن با محدوده سنی ۲۰- ۲۵ سال) جهت ویژگی‌های حسی خامه قنادی (شامل مزه، بو، رنگ بافت و پذیرش کلی) با استفاده از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای انتخاب شدند به این ترتیب که حداکثر نمره ۵ به منزله عالی بودن نمونه و ۱ به‌عنوان کمترین نمره نشان‌دهنده بد بودن کیفیت نمونه بود (۲۴). ویژگی ارگانولپتیکی خامه‌های قنادی طی مدت زمان ۶۰ روز نگهداری در یخچال (روزهای ۱، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰) مورد ارزیابی قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری: نتایج به‌دست آمده در آزمایشات، به‌صورت میانگین ± انحراف معیار در سه بار تکرار بیان شد. داده‌های آزمایشات با تجزیه و تحلیل واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) مقایسه و تفاوت‌های معنی‌دار آماری بین مقادیر میانگین‌ها (در مواردی که اثر کلی تیمارها معنی‌دار باشد) با استفاده از آزمون تعقیبی چند دامنه‌ای دانکن تعیین شد. نتایج آزمون‌های آماری به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSSنسخه ۲۶ انجام شد. سطح معنی‌داری $p\leq$ ۰/۰۵ برای مقایسه داده‌ها در نظر گرفته شد. از سوی دیگر، برای تجزیه و تحلیل آماری ارزیابی حسی تیمارها از روش ناپارامتری کروسکال والیس برای مقایسه تیمارها در یک زمان مشخص نگهداری و از روش ناپارامتری فریدمن برای مقایسه یک تیمار طی زمان نگهداری (ماندگاری) استفاده گردید.

نتایج

شکل ۱ ترکیبات شناسایی‌شده عصاره گیاه شیرین‌بیان به کمک HPLC را نشان می‌دهد. در مجموع هفت ترکیب فنلی به غلظت یکسان در عصاره شیرین‌بیان شناسایی شد.



شکل ۱- ترکیبات فنلی شناسایی شده در عصاره شیرین‌بیان با HPLC

میزان چربی، قند کل و میزان کالری کل نمونه‌های خامه قنادی فراسودمند طی ۶۰ روز نگهداری در جدول ۲ نشان داده شده است.

بالاترین قند کل در نمونه‌های T_1 (نمونه‌های حاوی ۲۰ درصد شکر) مشاهده شد ($p<$۰/۰۵). افزودن عصاره و موسیلاژ سبب کاهش معنادار قند کل شد ($p<$۰/۰۵). این کاهش با افزایش درصد جایگزینی عصاره شیرین‌بیان و موسیلاژ معنی‌دارتر بود ($p<$۰/۰۵). نتایج نشان داد کمترین میزان چربی در نمونه‌های T_7 (نمونه‌های حاوی ۱۵ درصد عصاره و ۱۵ درصد موسیلاژ) مشاهده شد ($p<$۰/۰۵). به دنبال آن نمونه‌های T_5 و در نهایت نمونه‌های T_3 مقدار چربی کمتری داشتند ($p<$۰/۰۵). در سایر تیمارها تفاوت آمار معنادار مشاهده نشد ($p>$۰/۰۵). مطابق جدول ۲، بیشترین میزان کالری در نمونه‌های T_1 (نمونه‌های حاوی ۲۰ درصد شکر) مشاهده شد ($p<$۰/۰۵). افزودن عصاره شیرین‌بیان و موسیلاژ گیاه پنیرک به‌طور

معناداری میزان کالری نمونه‌ها را کاهش داد (p<۰/۰۵). این کاهش میزان کالری با افزایش درصد عصاره و موسیلاژ معنادارتر بود (p<۰/۰۵). به‌طوری که کمترین میزان کالری در نمونه‌های T_7 (نمونه‌های حاوی ۱۵ درصد عصاره و موسیلاژ) مشاهده شد (p<۰/۰۵).

جدول ۲- میانگین نتایج قند، چربی، قند کل، کالری نمونه‌های خامه قنادی عملگرا پروبیوتیک

تیمار	قند کل (درصد)	چربی (درصد)	کالری (Kjol)
T_1	۱۹/۵۳ ± ۰/۴۸^{a}	۲۶/۱۰ ± ۰/۱۰^{a}	۳۳۳/۹۵ ± ۱/۵۲^{a}
T_2	۱۵/۰۲ ± ۰/۱۸^{b}	۲۶/۱۰ ± ۰/۱۰^{a}	۳۱۵/۵۲ ± ۰/۶۳^{b}
T_3	۱۴/۸۸ ± ۰/۰۷^{b}	۲۳/۵۰ ± ۰/۱۰^{b}	۲۹۰/۷۶ ± ۱/۲۰^{d}
T_4	۹/۶۹ ± ۰/۱۵^{c}	۲۶/۱۰ ± ۰/۱۰^{a}	۲۹۴/۲۵ ± ۰/۵۶^{c}
T_5	۹/۶۱ ± ۰/۰۷^{b}	۲۲/۸۳ ± ۰/۰۶^{c}	۲۶۲/۷۶ ± ۰/۸۵^{f}
T_6	۵/۴۴ ± ۰/۱۰^{d}	۲۶/۰۷ ± ۰/۱۲^{a}	۲۷۶/۸۹ ± ۰/۰۰^{e}
T_7	۵/۴۲ ± ۰/۰۷^{d}	۲۰/۲۳ ± ۰/۰۶^{d}	۲۲۱/۷۴ ± ۰/۴۷^{g}

*حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده تفاوت آماری معنی‌دار در هر ستون است (p<0.05).

نتایج میکروبی در خامه عملگرا طی ۶۰ روز نگهداری نشان داد در هیچ گروه مورد بررسی طی ۶۰ روز رشد باکتری *اشریشیاکلی*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، کپک و مخمر مشاهده نشد (p>۰/۰۵).

نتایج زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در خامه عملگرا طی ۶۰ روز نگهداری (جدول ۳) نشان داد ، در روز اول تمامی تیمارهای زنده‌مانی یکسان و بدون تفاوت آماری معنادار بود (p>۰/۰۵). از روز ۱۵ آزمایش اختلاف آماری معنادار در زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک مشاهده شد (p<۰/۰۵). روند کاهشی معنادار زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در تمام گروه‌های مورد بررسی طی ۶۰ روز ماندگاری گزارش شد (p<۰/۰۵). افزودن عصاره گیاه شیرین‌بیان و موسیلاژ پنیرک سبب افزایش زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک شد (p<۰/۰۵). بالاترین زنده‌مانی پروبیوتک طی ۶۰ روز نگهداری در نمونه T7 مشاهده شد (p<۰/۰۵).

جدول ۳- میانگین نتایج زنده‌مای پروبیوتیک‌ها (Logcfu/g) در خامه عملگرا طی ۶۰ روز ماندگاری

تیمار	روز ۱	روز ۱۵	روز ۳۰	روز ۴۵	روز ۶۰
T_1	۹/۳۳ ± ۰/۰۱^{Aa}	۹/۱۶ ± ۰/۰۲^{Be}	۸/۹۸ ± ۰/۰۳^{Cd}	۷/۸۷ ± ۰/۰۲^{Dd}	۷/۱۷ ± ۰/۰۲^{Eg}
T_2	۹/۳۲ ± ۰/۰۱^{Aa}	۹/۱۹ ± ۰/۰۱^{Bde}	۹/۰۷ ± ۰/۰۳^{Cc}	۸/۰۶ ± ۰/۰۲^{Dc}	۷/۲۶ ± ۰/۰۱^{Ef}
T_3	۹/۳۳ ± ۰/۰۲^{Aa}	۹/۲۱ ± ۰/۰۲^{Bd}	۹/۱۵ ± ۰/۰۱^{Cb}	۸/۲۳ ± ۰/۰۱^{Db}	۷/۴۰ ± ۰/۰۰^{Ec}
T_4	۹/۳۳ ± ۰/۰۱^{Aa}	۹/۲۲ ± ۰/۰۱^{Bcd}	۹/۱۲ ± ۰/۰۳^{Cb}	۸/۰۹ ± ۰/۰۱^{Dc}	۷/۳۳ ± ۰/۰۰^{Ee}
T_5	۹/۳۳ ± ۰/۰۱^{Aa}	۹/۲۷ ± ۰/۰۱^{Bab}	۹/۲۳ ± ۰/۰۳^{Ca}	۸/۲۷ ± ۰/۰۱^{Dab}	۷/۶۶ ± ۰/۰۴^{Eb}
T_6	۹/۳۲ ± ۰/۰۲^{Aa}	۹/۲۵ ± ۰/۰۲^{Bbc}	۹/۱۵ ± ۰/۰۲^{Cb}	۸/۱۹ ± ۰/۰۲^{Db}	۷/۳۷ ± ۰/۰۱^{Ed}
T_7	۹/۳۳ ± ۰/۰۱^{Aa}	۹/۲۹ ± ۰/۰۱^{Ba}	۹/۲۶ ± ۰/۰۲^{Ba}	۸/۳۵ ± ۰/۰۰^{Ca}	۷/۸۶ ± ۰/۰۳^{Da}

نتایج خواص ارگانولپتیکی نمونه‌های خامه قنادی عملگرا در جدول ۴ نشان داده شده است. مطابق نتایج افزودن عصاره شیرین‌بیان تا ۵ درصد تأثیر معناداری بر ارزیابی حسی مزه نمونه خامه قنادی نسبت به نمونه شاهد مشاهده نشد (p>۰/۰۵). با این حال افزایش عصاره از ۵ تا ۱۵ درصد سبب کاهش معنادار ارزیابی حسی مزه نمونه‌ها شد (p<۰/۰۵). افزودن موسیلاژ پنیرک تا ۵ درصد تفاوت جزئی در ارزیابی حسی طعم نمونه‌ها را نشان

داد (p<۰/۰۵). با این حال در غلظت‌های بالاتر موسیلاژ نیز کاهش امتیاز ارزیابی حسی مزه نیز مشاهده شد (p<۰/۰۵).

بر اساس نتایج جدول ۴، در روز اول تفاوت آماری معنادار ارزیابی حسی بو و رنگ بین تیمارهای مختلف خامه عملگرا به استثناء نمونه‌های حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد عصاره شیرین‌بیان مشاهده نشد (p<۰/۰۵). با این حال، کاهش ارزیابی حسی بو طی ۶۰ روز نگهداری خامه قنادی در تمام نمونه‌ها گزارش شد (p<۰/۰۵). نتایج نشان داد نمونه‌های حاوی غلظت‌های بالاتر عصاره شیرین‌بیان و موسیلاژ طی مدت زمان طولانی‌تری بالاترین امتیاز ارزیابی بو را داشتند (p<۰/۰۵).

نتایج نشان داد (جدول ۴) افزودن عصاره شیرین‌بیان و موسیلاژ سبب افزایش معنادار ارزیابی حسی بافت نمونه‌ها شد (p<۰/۰۵). با این حال، کاهش ارزیابی حسی بافت طی ۶۰ روز نگهداری خامه قنادی در تمام نمونه‌ها گزارش شد (p<۰/۰۵). نتایج نشان داد نمونه‌های حاوی غلظت‌های بالاتر عصاره شیرین‌بیان و موسیلاژ طی مدت زمان طولانی‌تری بالاترین امتیاز ارزیابی بافت را داشتند (p<۰/۰۵).

بررسی نتایج ارزیابی حسی پذیرش کلی نشان داد (جدول ۴) در روز اول تفاوت آماری معنادار بین تیمارهای مختلف به استثناء نمونه‌های حاوی ۱۵ و ۱۵ درصد عصاره شیرین‌بیان و موسیلاژ، مشاهده نشد (p<۰/۰۵). با این حال، کاهش ارزیابی حسی پذیرش کلی طی ۶۰ روز نگهداری خامه قنادی در تمام نمونه‌ها گزارش شد (p<۰/۰۵). نتایج نشان داد نمونه‌های حاوی ۱۵ درصد عصاره شیرین‌بیان بالاترین امتیاز ارزیابی پذیرش کلی را داشتند (p<۰/۰۵).

جدول ۴- میانگین نتایج خواص ارگانولپتیکی نمونه‌های خامه قنادی عملگرا پروبیوتیک

پارامتر	تیمار	روز ۱	روز ۱۵	روز ۳۰	روز ۴۵	روز ۶۰
بو	T_1	۵/۰۰ ± ۰/۰۰^{Aa}	۴/۳۳ ± ۰/۵۸^{Aa}	۳/۳۳ ± ۰/۵۸^{Ba}	۲/۳۳ ± ۰/۵۸^{Ca}	۱/۳۳ ± ۰/۵۸^{Db}
	T_2	۴/۶۷ ± ۰/۵۸^{Aab}	۴/۳۳ ± ۰/۵۸^{ABa}	۳/۳۳ ± ۰/۵۸^{BCa}	۲/۳۳ ± ۰/۵۸^{CDa}	۱/۶۷ ± ۰/۵۸^{Dab}
	T_3	۴/۰۰ ± ۰/۰۰^{Abc}	۳/۳۳ ± ۰/۵۸^{Abc}	۲/۳۳ ± ۰/۵۸^{Bbc}	۲/۰۰ ± ۰/۰۰^{BCbc}	۱/۳۳ ± ۰/۵۸^{Cb}
	T_4	۳/۳۳ ± ۰/۵۸^{ABcd}	۳/۶۷ ± ۰/۵۸^{Aabc}	۲/۶۷ ± ۰/۵۸^{BCabc}	۲/۰۰ ± ۰/۰۰^{CDbc}	۱/۶۷ ± ۰/۵۸^{Dab}
	T_5	۳/۶۷ ± ۰/۵۸^{Acd}	۳/۳۳ ± ۰/۵۸^{Abc}	۲/۳۳ ± ۰/۵۸^{Bbc}	۲/۰۰ ± ۰/۰۰^{Bbc}	۲/۳۳ ± ۰/۵۸^{Ba}
	T_6	۳/۳۳ ± ۰/۵۸^{Acd}	۳/۳۳ ± ۰/۵۸^{Abc}	۲/۳۳ ± ۰/۵۸^{Bbc}	۲/۰۰ ± ۰/۰۰^{Bbc}	۲/۰۰ ± ۱/۰۰^{Bab}
	T_7	۳/۶۷ ± ۰/ ۵۸^{Acd}	۳/۳۳ ± ۰/۵۸^{ABbc}	۲/۳۳ ± ۰/۵۸^{BCbc}	۲/۳۳ ± ۰/۵۸^{BCa}	۱/۶۷ ± ۰/۵۸^{Cab}
بافت	T_1	۵/۰۰ ± ۰/۰۰^{Aa}	٤/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ba}	۳/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ca}	۲/۰۰ ± ۰/۰۰^{Da}	۱/۰۰ ± ۰/۰۰^{Eb}
	T_2	۵/۰۰ ± ۰/۰۰^{Aa}	٤/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ba}	۳/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ca}	۲/۰۰ ± ۰/۰۰^{Da}	۱/٦۷ ± ۰/۵۸^{Dab}
	T_3	۵/۰۰ ± ۰/۰۰^{Aa}	٤/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ba}	۳/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ca}	۲/۰۰ ± ۰/۰۰^{Da}	۲/۳۳ ± ۰/۵۸^{Da}
	T_4	۵/۰۰ ± ۰/۰۰^{Aa}	٤/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ba}	۳/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ca}	۲/۰۰ ± ۰/۰۰^{Da}	۱/۰۰ ± ۰/۰۰^{Eb}
	T_5	۵/۰۰ ± ۰/۰۰^{Aa}	٤/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ba}	۳/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ca}	۲/۰۰ ± ۰/۰۰^{Da}	۱/۳۳ ± ۰/۵۸^{Eb}
	T_6	۳/٦۷ ± ۰/۵۸^{Ab}	۳/۰۰ ± ۰/۰۰^{Bc}	۲/۰۰ ± ۰/۰۰^{Cb}	۱/۰۰ ± ۰/۰۰^{Dc}	۱/٦۷ ± ۰/۵۸^{Cab}
	T_7	۳/۳۳ ± ۰/۵۸^{Ab}	۳/۳۳ ± ۰/۵۸^{Ab}	۲/۳۳ ± ۰/۵۸^{Bb}	۱/٦۷ ± ۰/۵۸^{BCab}	۱/۰۰ ± ۰/۰۰^{Cb}
رنگ	T_1	۵/۰۰ ± ۰/۰۰^{Aa}	٤/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ba}	۳/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ca}	۲/۰۰ ± ۰/۰۰^{Da}	۱/۰۰ ± ۰/۰۰^{Eb}
	T_2	۵/۰۰ ± ۰/۰۰^{Aa}	٤/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ba}	۳/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ca}	۲/۰۰ ± ۰/۰۰^{Da}	۱/٦۷ ± ۰/۵۸^{Ea}
	T_3	٤/٦٦ ± ۰/۵۸^{Aa}	۳/٦٦ ± ۰/۵۸^{Ba}	۲/٦٦ ± ۰/۵۸^{Ca}	۱/٦٦ ± ۰/۵۸^{Da}	۱/۰۰ ± ۰/۰۰^{Dab}
	T_4	٤/٦٦ ± ۰/۵۸^{Aa}	۳/٦٦ ± ۰/۵۸^{Ba}	۲/٦٦ ± ۰/۵۸^{Ca}	۱/٦٦ ± ۰/۵۸^{Da}	۱/۰۰ ± ۰/۰۰^{Dab}
	T_5	٤/۰۰ ± ۰/۰۰^{Aa}	۳/۳۳ ± ۰/۵۸^{Aa}	۲/۳۳ ± ۰/۵۸^{Ba}	۲/۰۰ ± ۰/۰۰^{BCa}	۱/۳۳ ± ۰/۵۸^{Cb}
	T_6	٤/۳۳ ± ۰/۵۸^{Ab}	۳/۳۳ ± ۰/۵۸^{ABc}	۲/۰۰ ± ۰/۰۰^{BCb}	۱/۳۳ ± ۰/۵۸^{Cc}	۱/٦۷ ± ۰/۵۸^{Ca}

بافت	T_7	۳/٦٦ ± ۰/۵۸^{Ab}	۳/۳۳ ± ۰/۵۸^{Ab}	۳/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ab}	۲/۰۰ ± ۰/۰۰^{Bab}	۱/۰۰ ± ۰/۰۰^{Cb}
	T_1	٤/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ac}	۳/۰۰ ± ۰/۰۰^{Bcd}	۲/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ca}	۱/۰۰ ± ۰/۰۰^{Da}	۱/۰۰ ± ۰/۰۰^{Da}
	T_2	٤/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ac}	۳/۰۰ ± ۰/۰۰^{Bab}	۳/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ba}	۲/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ca}	۱/۳۳ ± ۰/۵۸^{Da}
	T_3	۵/۰۰ ± ۰/۰۰^{Aab}	٤/۰۰ ± ۰/۰۰^{Bab}	۳/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ca}	۲/۰۰ ± ۰/۰۰^{Da}	۲/٦۷ ± ۰/ ۵۸^{Ca}
	T_4	٤/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ac}	۳/۰۰ ± ۰/۰۰^{Bab}	۳/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ca}	۲/۰۰ ± ۰/۰۰^{Da}	۱/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ea}
	T_5	۵/۰۰ ± ۰/۰۰^{Aa}	٤/۳۳ ± ۰/۵۸^{Aab}	۳/۳۳ ± ۰/۵۸^{Ba}	۲/۳۳ ± ۰/۵۸^{Ca}	۲/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ca}
	T_6	٤/۰۰ ± ۰/۰۰^{Ac}	۳/۰۰ ± ۰/۰۰^{Bbc}	۲/٦۷ ± ۰/۵۸^{Ba}	۱/٦۷ ± ۰/۵۸^{Ca}	۱/۳۳ ± ۰/۵۸^{Ca}
	T_7	۵/۰۰ ± ۰/۰۰^{Aa}	٤/۳۳ ± ۰/۵۸^{ABa}	۳/٦۷ ± ۰/۵۸^{BCa}	۳/۳۳ ± ۰/۵۸^{CDa}	۲/٦۷ ± ۰/۵۸^{Da}
پذیرش کلی	T_1	۹/۳۳ ± ۰/۰۱^{Aa}	۹/۱٦ ± ۰/۰۲^{Be}	۸/۹۸ ± ۰/۰۳^{Cd}	۷/۸۷ ± ۰/۰۲^{Dd}	۷/۱۷ ± ۰/۰۲^{Eg}
	T_2	۹/۳۲ ± ۰/۰۱^{Aa}	۹/۱۹ ± ۰/۰۱^{Bde}	۹/۰۷ ± ۰/۰۳^{Cc}	۸/۰۶ ± ۰/۰۲^{Dc}	۷/۲۶ ± ۰/۰۱^{Ef}
	T_3	۹/۳۳ ± ۰/۰۲^{Aa}	۹/۲۱ ± ۰/۰۲^{Bd}	۹/۱۵ ± ۰/۰۱^{Cb}	۸/۲۳ ± ۰/۰۱^{Db}	۷/۴۰ ± ۰/۰۰^{Ec}
	T_4	۹/۳۳ ± ۰/۰۱^{Aa}	۹/۲۲ ± ۰/۰۱^{Bcd}	۹/۱۲ ± ۰/۰۳^{Cb}	۸/۰۹ ± ۰/۰۱^{Dc}	۷/۳۳ ± ۰/۰۰^{Ee}
	T_5	۹/۳۳ ± ۰/۰۱^{Aa}	۹/۲۷ ± ۰/۰۱^{Bab}	۹/۲۳ ± ۰/۰۳^{Ca}	۸/۲۷ ± ۰/۰۱^{Dab}	۷/۶۶ ± ۰/۰۴^{Eb}
	T_6	۹/۳۲ ± ۰/۰۲^{Aa}	۹/۲۵ ± ۰/۰۲^{Bbc}	۹/۱۵ ± ۰/۰۲^{Cb}	۸/۱۹ ± ۰/۰۲^{Db}	۷/۳۷ ± ۰/۰۱^{Ed}
	T_7	۹/۳۳ ± ۰/۰۱^{Aa}	۹/۲۹ ± ۰/۰۱^{Ba}	۹/۲۶ ± ۰/۰۲^{Ba}	۸/۳۵ ± ۰/۰۰^{Ca}	۷/۸۶ ± ۰/۰۳^{Da}

*حروف کوچک متفاوت نشان‌دهنده تفاوت آماری معنادار در هر ستون است ($p<0.05$).

*حروف بزرگ متفاوت نشان‌دهنده تفاوت آماری معنادار در هر ردیف است ($p<0.05$).

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعات نشان داده که عصاره ریشه شیرین‌بیان حاوی انواع مواد شیمیایی گیاهی از جمله فلاونوئیدها (ایزوفلاونوئیدها، فورمونونتین و لیکیریتین)، ساپونین، تری‌ترپن‌ها (اسید مایع و گلیسیریزین)، قندها، کومارین‌ها، اسیدهای آمینه، نشاسته، تانن‌ها، فیتواسترول‌ها، کولین و ویتامین‌ها (مانند اسید اسکوربیک) است (۲۵). در این مطالعه (شکل ۱)، در مجموع هفت ترکیب فنلی، فلاونوئیدی و کوئرستین شامل جنتیسیک اسید، اسید کافئیک اسید p-کوماریک، اسید فرولیک، لوتئولین، آپیژنین و اسید سیناپیک به غلظت یکسان و ۲۰ µg/mL در عصاره شیرین‌بیان شناسایی شد. فلاونوئیدهای شیرین‌بیان دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی فوق‌العاده قوی هستند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی فلاونوئیدهای شیرین‌بیان بیش از ۱۰۰ برابر قوی‌تر از فعالیت آنتی‌اکسیدانی ویتامین E است. بنابراین عصاره شیرین‌بیان می‌تواند به‌طور مؤثر برای فرموله کردن مواد غذایی برای محافظت در برابر آسیب اکسیداتیو استفاده شود (۲۶). Al-Radadi (۲۰۲۱) طی شناسایی ترکیبات عصاره شیرین‌بیان با HPLC بیشترین غلظت اسیدهای فنولیک به‌ترتیب سیناپیک، الاژیک، پروتوکاتچولیک و فرولیک و لوتئولین، روتین و کامفرول شناسایی شده بودند (۲۷). Jan و همکاران (۲۰۲۲)، ترکیبات فنلی مانند اسید وانیلیک، اسید گالیک، اسید کلروژنیک و اسید فرولیک را در عصاره شیرین‌بیان با استفاده از HPLC جدا و شناسایی کردند (۲۸).

در این مطالعه عصاره شیرین‌بیان به‌عنوان جایگزین شکر استفاده شد. نتایج نشان داد (جدول ۲) بالاترین قند کل در نمونه‌های T_1 (نمونه حاوی ۲۰ درصد شکر) مشاهده شد. افزودن عصاره و موسیلاژ سبب کاهش معنادار قند کل شد. این کاهش با افزایش درصد جایگزینی عصاره و موسیلاژ معنادارتر بود. با توجه به جایگزینی شکر با این ترکیبات نتایج به‌دست آمده کاملاً مطابق انتظار بود. محتوای شکر خامه‌های قنادی موجود در بازار به ۲۰ تا ۳۰ درصد وزنی بود که کالری بالا و شاخص گلایسمیک بالاتری را فراهم می‌کند که منجر به عدم سلامتی مصرف‌کنندگان و ابتلا به دیابت و چاقی در آنها می‌شود. شکر یکی از مواد رایج ترکیبات خامه است

که شیرینی، بافت و ساختار خامه قنادی را فراهم می‌کند (۲۹). شکر نه تنها طعم و مزه را برآورده می‌کند، بلکه در تعدادی از عملکردها مانند اتصال آب، افزایش دمای جوش، کاهش دمای انجماد محلول‌های آبی، افزایش ویسکوزیته و تغییر رفتار پروتئین‌ها، نشاسته‌ها و هیدروکلوئیدها نقش دارد. به‌طور خلاصه، شکر می‌تواند بر خواص امولسیون تأثیر بگذارد. بنابراین، احتمالاً بر خواص و کیفیت خامه قنادی تأثیر می‌گذارد (۳۰). Zeng و همکاران (۲۰۲۲) طی بررسی اثرات گلوکز و شربت ذرت بر خصوصیات فیزیکی و خواص فرم‌دهی خامه قنادی، نشان دادند غلظت پروتئین سطحی و ویسکوزیته ظاهری امولسیون با افزایش غلظت قند افزایش یافت. آنها نشان دادند افزودن قندها به خوبی می‌تواند ثبات امولسیون، سفتی و پایداری کف خامه قنادی را به‌طور مؤثری بهبود بخشد. این نتایج نشان می‌دهد که مالتودکسترین موجود در شربت گلوکز پایداری امولسیون را بهبود می‌بخشد (۳۱).

نتایج حاصل از آزمون چربی (جدول ۲) نشان می‌دهد که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۵ درصد وجود دارد. کمترین میزان چربی در نمونه T_7 (نمونه حاوی ۱۵ درصد عصاره و ۱۵ درصد موسیلاژ) مشاهده شد. با توجه به جایگزینی چربی خامه با موسیلاژ پنیرک این نتایج قابل انتظار بود. از طرفی، به نظر می‌رسد محتوای آب بالاتر با محتوای چربی خام کمتر مرتبط است (۳۲). مطابق با نتایج این تحقیق، Temiz و همکاران (۲۰۱۰)، تا افزودن ۵ درصد شربت شیره انگور تأثیر معنادار بر محتوی چربی نمونه‌های بستنی نداشت اما در غلظت‌های بالاتر کاهش چربی نمونه‌های بستنی گزارش شد (۳۳).

بررسی نتایج کالری خامه‌های قنادی (جدول ۲) نشان داد، بیشترین میزان کالری در نمونه‌های T_1 (نمونه حاوی ۲۰ درصد شکر) مشاهده شد. افزودن عصاره شیرین‌بیان و موسیلاژ گیاه پنیرک به‌طور معناداری میزان کالری نمونه‌ها را کاهش داد. این کاهش میزان کالری با افزایش درصد عصاره و موسیلاژ معنادارتر بود. به‌طوریکه کمترین میزان کالری در نمونه T_7 (نمونه حاوی ۱۵ درصد عصاره و موسیلاژ) مشاهده شد. خامه منبع غنی از چربی، پروتئین و کربوهیدرات است،که خود، به میزان قابل توجهی به افزایش کالری کمک می‌کند. با توجه به کاهش محتوی چربی، شکر و پروتئین کاهش کالری نمونه‌ها دور از انتظار نبود. Khan و همکاران (۲۰۱۸)، نیز کاهش کالری بستنی با جایگزینی شکر با سوکرولوز- مالتوز را نشان دادند (۳۴).

اشریشیاکلی، یکی از ۳۰ عضو خانواده باکتریایی انتروباکتریاسه، و یک باکتری کلی‌فرم است. همچنین یکی از ۶ نوع گونه *اشریشیا* است. این باکتری گرم‌منفی، غیر اسپورساز، اختیاری، بی‌هوازی، میله‌ای‌شکل مزوفیل است که در دمای ۷ تا ۴۵ درجه سلسیوس رشد می‌کند. وجود گروه کلی‌فرم در غذا نشان‌دهنده آلودگی به خاک، آب، گیاه، مدفوع، شرایط نامناسب بهداشتی یا وجود پاتوژن‌های روده‌ای است. با این وجود، *اشریشیاکلی* یک پاتوژن مهم است، زیرا نشانگر آلودگی مدفوع در غذاها و آب آشامیدنی است. با توجه به این ویژگی، به‌عنوان یک باکتری شاخص در ایمنی و بهداشت مواد غذایی در نظر گرفته می‌شود (۳۵). *اشریشیاکلی* به‌عنوان باکتری برجسته در میکروبیوتای بی‌هوازی اختیاری روده، در مدفوع و محیط زیست گسترده است. برخی از سویه‌های بیماری‌زای آن هم با ایجاد توکسین‌های متفاوت، باعث مسمومیت می‌شوند و هم با ایجاد عفونت غذایی از طریق افزایش سلولی باعث گاستروانتریت و آسیب پاتولوژیک کلیه می‌شوند (۳۶). توکسین‌های باکتریایی سومین عامل مهم شیوع بیماری‌های ناشی از غذا در سراسر جهان محسوب می‌شوند. طبق مطالعات انجام شده، بیش از نیمی از همه‌گیری‌های ناشی از غذا مرتبط با توکسین باکتریایی توسط انتروتوکسین‌های *استافیلوکوکی* ایجاد می‌شود (۳۷). *استافیلوکوکوس اورئوس* یک باکتری کوکسی گرم‌مثبت است که به‌صورت خوشه‌های منفرد، جفت یا انگور مانند دیده می‌شود. به دلیل تولید رنگدانه کاروتنوئیدی، کلنی‌های این باکتری‌ها به رنگ طلایی به

نظر می‌رسند. آنها باکتری‌های اختیاری، بی‌هوازی، غیر متحرک، غیر اسپور، کاتالاز و کواگولاز مثبت هستند (۳۸). خامه قنادی از شیر و اجزای دیگر تشکیل شده است که هریک ممکن است حاوی میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و غیر بیماری‌زای مختلف باشد. تولید خامه قنادی در صوزت عدم توجه به روند حرارت کافی بر روی مخلوط این خامه‌ها یا عدم توجه به موازین بهداشتی در طول پروسه تولید آنها، زمینه بروز آلودگی باکتریایی مختلف به‌خصوص باکتری اشریشیاکلی را فراهم می‌کند (۳۹).

بررسی نتایج میکروبی *اشریشیاکلی*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، کپک و مخمر نمونه‌های خامه قنادی تولیدشده نشانگر عدم رشد آنها در هیچ‌کدام از تیمارها بود. تعداد بالای باکتری‌ها اغلب بیانگر شرایط غیر بهداشتی تولید و نگهداری شیر، بهداشت نامناسب کلیه تجهیزات و ظروف و شرایط نگهداری نامناسب زمان/ دمایی، آلودگی هوا در طول نگهداری و یا توزیع است. کلی‌فرم‌ها به‌طور معمول به‌عنوان یک شاخص برای تعیین کیفیت محصولات غذایی استفاده می‌شوند، علاوه بر این، برای اندازه‌گیری کیفیت روش‌های مورد استفاده برای به حداقل رساندن آلودگی میکروبی محصولات لبنی و به‌عنوان یک شاخص ایمنی تأیید شده در سیستم HACCP استفاده می‌شوند (۴۰). نتایج آزمایشات میکروبی،نشان‌دهنده شرایط بهداشتی مناسب در تولید خامه‌های قنادی است.

جدول ۳ نتایج زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در خامه عملگرا را طی ۶۰ روز نگهداری نشان می‌دهد. بالاترین زنده‌مانی پروبیوتک در نمونه T_7 مشاهده شد. اثربخشی سلامتی‌بخش محصولات غذایی پروبیوتیک به تعداد سلول‌های زنده و فعال در هر گرم یا میلی‌لیتر از محصولات در زمان مصرف بستگی دارد. بنابراین اطمینان از میزان بقای بالای پروبیوتیک‌ها در طول تولید و همچنین در طول عمر مفید محصول به‌منظور حفظ اعتماد مصرف‌کننده به محصول پروبیوتیک ضروری است (۴۱). عوامل زیادی بر زنده ماندن میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک در محصولات غذایی در طی تولید، فراوری و ذخیره‌سازی تأثیر می‌گذارند. فاکتورهای شناسایی شده شامل پارامترهای مواد غذایی (pH، اسیدیته قابل تیتر، پتانسیل اکسیداسیون و احیا، فعالیت آبی، وجود نمک، قند و مواد شیمیایی مانند پراکسید هیدروژن، باکتریوسین‌ها، طعم‌دهنده‌های مصنوعی و مواد رنگی) و پارامترهای فرآیند (عملیات حرارتی، دمای انکوباسیون، سرعت خنک شدن محصول) می‌باشد (۴۲). Kozłowicz و همکاران (۲۰۱۹)، گزارش کردند اثربخشی باکتری‌های پروبیوتیک اضافه‌شده به دسرهای شیری تا حد زیادی به دوز تلقیح آنها بستگی دارد. مقدار تلقیح باید به درستی انتخاب شود تا محصول خواص پروبیوتیکی خود را در طول دوره نگهداری حفظ کند (۴۳). استفاده از موسیلاژ پنیرک به‌عنوان یک پری‌بیوتیک در نظر گرفته می‌شود که در بهبود رشد پروبیوتیک‌ها نقش دارد (۴۴). همچنین مطالعات نشان داده عصاره ریشه شیرین‌بیان فرصتی را برای باکتری‌های پروبیوتیک فراهم می‌کند، تا گرادیان اسیدیته/ قلیایی محیط‌های مدل را به خوبی تحمل کنند و تعداد آنها را کُندتر کاهش دهند (۴۵). Bustamante و همکاران (۲۰۱۷)، طی بررسی موسیلاژ و پروتئین محلول چیا و بذر کتان به‌عنوان عامل کپسوله‌کننده بر بقای پروبیوتیک (*B. infantis* و *L. plantarum*) زنده‌مانی آنها را در طول ذخیره‌سازی نشان دادند (۴۶). Afzaal و همکاران (۲۰۱۹)، به بررسی خواص فیزیکی و شیمیایی بستنی پروبیوتیک حاوی باکتری آزاد و میکروکپسول *لاکتوباسیلوس کازئی* طی ۸۰ روز نگهداری در دمای انجماد پرداختند. نتایج نشان داد استفاده از میکروکپسول‌های هیدروکلوئیدی، زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیکی را بهبود بخشیده است (۴۷).

آزمایشات ارگانولپتیک به‌طور کلی راهنمای نهایی کیفیت از دیدگاه مصرف‌کننده است. پارامترهای حسی شامل (مزه، بو، رنگ، بافت و پذیرش کلی) به‌ترتیب در جدول ۴نشان داده شده است. نتایج، امتیاز حسی بالاتر نمونه‌ها قبل از دوره ذخیره‌سازی را نشان داد. با این حال،

کاهش ارزیابی تمام پارامترهای حسی طی ۶۰ روز نگهداری در تمام نمونه‌های خامه قنادی مشاهده شد. به‌طورکلی در غلظت‌های بالاتر عصاره شیرین‌بیان (۱۵ درصد) و موسیلاژ (۱۵ درصد) به‌طور قابل توجهی امتیاز حسی نمونه‌ها را کاهش داد. Al-Turki و همکاران (۲۰۰۸) طی بررسی تأثیر عصاره‌های آبی مریم‌گلی، پونه کوهی، مرزنجوش و شیرین‌بیان را بر خواص حسی شیر و محصولات لبنی نشان دادند. لبنه‌های تولید شده با عصاره‌های گیاهی مورد پذیرش شرکت کنندگان قرار گرفت (۴۸). Fakhfakh و همکاران (۲۰۱۷) طی بررسی تأثیر پودر گیاه پنیرک را بر خواص ارگانولپتیکی نان نشان دادند. پارامترهای عطر، مزه، رنگ و بافت نمونه‌ها با افزودن پودر گیاه پنیرک کاهش یافت، با این حال نمونه‌های حاوی ۳ درصد پودر گیاه پنیرک امتیاز پذیرش کلی قابل قبولی داشتند (۴۹).

مطالعه حاضر به‌منظور استفاده از عصاره ریشه شیرین‌بیان (جایگزین شکر) و موسیلاژ گیاه پنیرک (جایگزین چربی) در تهیه خامه قنادی فراسودمند حاوی *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* ریزپوشانی شده انجام شد. نتایج به‌دست آمده پتانسیل عصاره ریشه شیرین‌بیان و موسیلاژ گیاه پنیرک را در بهبود پارامترهای فیزیکوشیمیایی و تولید خامه قنادی عملگرا نشان داد. همچنین نتایج استفاده از موسیلاژ پنیرک به‌عنوان یک پری‌بیوتیک در بهبود رشد پروبیوتیک‌ها را تأیید کرد. بررسی نتایج میکروبی *اشریشیاکلی*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، کپک و مخمر نمونه‌های خامه قنادی تولید شده، نشانگرعدم رشد آنها درهیچ‌یک از تیمارها بود که نشان‌دهنده شرایط بهداشتی مطلوب تولید بود. با توجه به جمع‌بندی مطالب می‌توان گفت استفاده از ۱۰ درصد عصاره شیرین‌بیان، ۱۰ درصد موسیلاژ گیاه پنیرک و میکروکپسول‌های *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* (نمونه T_6) در تهیه خامه قنادی توانست با کاهش قند، چربی و میزان کالری کل نمونه‌ها طی ۴۵ روز اثرات سلامتی‌بخش فراسودمندی خود را نشان دهد.

References

1- Gaba K, Anand S. Potential of Incorporating a Functional Probiotic Encapsulant in Whipped Cream. *Fermentation*. 2023; 9(11): 928.

2- Han YM, Zhu L, Qi XG., Zhang H, Wu GC. 2023. Characteristics of low-fat whipped cream containing protein-based fat replacers. *International Journal of Dairy Technology*. 2023; 76(2): 276-290.

3- Torabi P, Moraffah F, Amini M, Pourjabar Z, Kargar S, Hajimahmoodi M. Fatty acid composition of Iranian sweetened confectionery creams, with an emphasis on trans fatty acids. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2022; 105: 104153. [In Persian]

4- Abbas HM, Abd El-Gawad MA, Kassem JM, Salama M. Application of fat replacers in dairy products: A review. 2024; 12(2): 319–333.

5- Jiang X, Shekarforoush E, Muhammed MK, Whitehead KA, Arneborg N, Risbo J. Lactic acid bacteria as structural building blocks in non-fat whipping cream analogues. *Food Hydrocolloids*. 2023; 135: 108137.

6- Dybka-Stępień K, Otlewska A, Góźdź P, Piotrowska M. The renaissance of plant mucilage in health promotion and industrial applications: A review. *Nutrients*. 2021; 13(10): 3354.

7- Goksen G, Demir D, Dhama K, Kumar M, Shao P, Xie F, *et al*. Mucilage polysaccharide as a plant secretion: Potential trends in food and biomedical applications. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2023; 230: 123146.

8- Di Monaco R, Miele NA, Cabisidan EK, Cavella S. Strategies to reduce sugars in food. *Current opinion in food science*. 2018; 19: 92-7.

9- Husain I, Bala K, Khan IA, Khan SI. A review on phytochemicals, pharmacological activities, drug interactions, and associated toxicities of licorice (Glycyrrhiza sp.). *Food Frontiers*. 2021;2(4): 449-85.

10- Kwon YJ, Son DH, Chung TH, Lee YJ. A review of the pharmacological efficacy and safety of licorice root from corroborative clinical trial findings. *Journal of medicinal food*. 2020; 23(1): 12-20.

11- Janipour R, Shekarforoush SS, Ghorbani S, Gheisari HR. Effects of Partial Replacement of

Sugar with Fig Syrup on the Survival of Bacillus coagulans and the Physicochemical Properties of Probiotic Ice Cream. *Food Technology and Biotechnology*. 2023; 61(3): 350-6.

12- Zilola E, Akbarali R, Malokhat D. MICROBIOLOGICAL STUDIES OF OIL EMULSIONS. Universum: технические науки. 2023; (5-7 (110)): 45-7.

13- Abdelrasoul EO, Moawad AA, Abdel-Salam AB. Microbiological safety and quality survey of some dairy confectioneries with cream filling and topping. *Open Veterinary Journal*. 2023; 13(7): 807-18.

14- Wang QE, Ma S, Fu B, Lee FS, Wang X. Development of multi-stage countercurrent extraction technology for the extraction of glycyrrhizic acid (GA) from licorice (Glycyrrhiza uralensis Fisch). *Biochemical engineering journal*. 2004; 21(3): 285-92.

15- Sabahi S, Abbasi A, Mortazavi SA. Characterization of cinnamon essential oil and its application in Malva sylvestris seed mucilage edible coating to the enhancement of the microbiological, physicochemical and sensory properties of lamb meat during storage. *Journal of Applied Microbiology*. 2022;133(2):488-502.

16- Zhang Z, Gu M, You X, Sela DA, Xiao H, McClements DJ. Encapsulation of bifidobacterium in alginate microgels improves viability and targeted gut release. *Food Hydrocolloids*. 2021;116: 106634.

17- Hosseinpour Z, Karazhiyan H. Physical and chemical properties of whipped cream containing liquorice powder. *Iranian Food Science & Technology Research Journal*. 2019; 15(4): 419-31. [In Persian]

18- Soltani N, Karami R, Ranjbar M. The interaction of salicylic acid and cold stress on antioxidant enzyme activities in licorice (Glycyrrhiza glabra). *J Herbal Drugs*. 2011; 2(1): 7-13. [In Persian]

19- Institute of Standards and Industrial Research of Iran [Internet]. Pasteurized and UHT cream Specifications and test methods. ISIRI no 191. 4th revision, Karaj: ISIRI; 2019 [in Persian]. Available from: https://standard.inso.gov.ir

20- Ayoubi A, Porabolghasem M. Substituting sugar with date syrup in cupcake. *Iranian food science and technology research journal*. 2017; 13(5): 808-19. [In Persian]

21- Institute of Standards and Industrial Research of Iran [Internet]. Milk and milk products – Enumeration of colony-forming units of yeasts and/or moulds-colony - Count technique at 25˚C. ISIRI no 10154. 1st.edition, Karaj: ISIRI; 2007 [in Persian]. Available from: https://standard.inso.gov.ir

22- Institute of Standards and Industrial Research of Iran [Internet]. Milk and Milk Products-Enumeration of Presumptive Esherichia coli-Most probable number (MPN). ISIRI no 5234. 1st. Revision, Karaj: ISIRI; 2016 [in Persian]. Available from: https://standard.inso.gov.ir

23- Institute of Standards and Industrial Research of Iran [Internet]. Microbiology of food and animal feeding stuffs – Enumeration of coagulase – Positive staphylococci (staphylococcus aureus and other species) – Test method Part 1: Technique using baird – parker agar medium. ISIRI no 6806-1. 1st.edition, Karaj: ISIRI; 2005 [in Persian]. Available from: https://standard.inso.gov.ir

24- Córdova-Ramos JS, Glorio-Paulet P, Hidalgo A, Camarena F. Effect of technological process on antioxidant capacity and total phenolic content of Andean lupine (Lupinus mutabilis Sweet)= Efecto del proceso tecnológico sobre la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales del lupino (Lupinus mutabilis Sweet) andino. Scientia Agropecuaria. 2020; 11(2): 157-65.

25- Abo-Samaha MI, Alghamdi YS, El-Shobokshy SA, Albogami S, El-Maksoud EM, Farrag F, *et al.* Licorice extract supplementation affects antioxidant activity, growth-related genes, lipid metabolism, and immune markers in broiler chickens. *Life*. 2022; 12(6): 914.

26- Lohar AV, Wankhade AM, Faisal M, Jagtap A. A review on Glycyrrhiza glabra linn (liquorice)—An excellent medicinal plant. *Eur. J. Biomed. Pharm. Sci*. 2020; 7: 330-4.

27- Al-Radadi NS. Facile one-step green synthesis of gold nanoparticles (AuNp) using licorice root extract: Antimicrobial and anticancer study against HepG2 cell line. *Arabian Journal of Chemistry*. 2021; 14(2): 102956.

28- Jan R, Gani A, Dar MM, Bhat NA. (2022). Bioactive characterization of ultrasonicated ginger (Zingiber officinale) and licorice (Glycyrrhiza Glabra) freeze dried extracts. Ultrasonics Sonochemistry. 2022; 88: 106048.

29- Ellis AL, Mills TB, Norton IT, Norton-Welch AB. The effect of sugars on agar fluid gels and the stabilisation of their foams. *Food Hydrocolloids*. 2019; 87: 371-81.

30- Clemens RA, Jones JM, Kern M, Lee SY,

Mayhew EJ, Slavin JL, *et al.* Functionality of sugars in foods and health. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 2016; 15(3): 433-70.

31- Zeng Y, Zeng D, Liu T, Cai Y, Li Y, Zhao M, *et al.* Effects of glucose and corn syrup on the physical characteristics and whipping properties of vegetable-fat based whipped creams. *Foods*. 2022; 11(9): 1195.

32- Kim YJ, Kang S, Kim YJ, Kim WR, Kim YM, Park S. Calorie reduction of chocolate ganache through substitution of whipped cream. *Journal of Ethnic Foods*. 2017; 4(1): 51-7.

33- Temız H, Yeşılsu AF. Effect of pekmez addition on the physical, chemical, and sensory properties of ice cream .2010; 28(6): 538–546

34- Khan S, Rustagi S, Choudhary S, Pandey A, Khan MK, Kumari A, *et al.* Sucralose and maltodextrin-An altrernative to low fat sugar free ice-cream. *Bioscience biotechnology research communications*. 2018; 11(1): 136-43.

35- Ekici G, Dümen E. Escherichia coli and food safety. InThe universe of Escherichia coli. 2019. IntechOpen.

36- Gerba CP. Environmentally transmitted pathogens. *InEnvironmental microbiology*. 2009; Academic Press.

37- Grispoldi L, Karama M, Armani A, Hadjicharalambous C, Cenci-Goga BT. Staphylococcus aureus enterotoxin in food of animal origin and staphylococcal food poisoning risk assessment from farm to table. *Italian Journal of Animal Science*. 2021; 20(1): 677-90.

38- Huang Z, Yu X, Yang Q, Zhao Y, Wu W. Aptasensors for Staphylococcus aureus risk assessment in food. *Frontiers in Microbiology*. 2021; 12: 714265.

39- Ramos S, Silva V, Dapkevicius MD, Caniça M, Tejedor-Junco MT, Igrejas G, *et al.* Escherichia coli as commensal and pathogenic bacteria among food-producing animals: Health implications of extended spectrum β-lactamase (ESBL) production. *Animals*. 2020; 10(12): 2239.

40- Godefay B, Molla B. Bacteriological quality of raw cow's milk from four dairy farms and a milk collection centre in and around Addis Ababa. Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift. 2000; 113(7-8): 276-8.

41- Tripathi MK, Giri SK. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of functional foods*. 2014;9: 225-41.

42- Haynes IN, Playne MJ. Survival of probiotic cultures in low-fat ice-cream. *Australian Journal of Dairy Technology.* 2002; 57(1): 10.

43- Kozłowicz K, Góral M, Góral D, Pankiewicz U, Bronowicka-Mielniczuk U. Effect of ice cream storage on the physicochemical properties and survival of probiotic bacteria supplemented with zinc ions. *LWT*. 2019; 116: 108562.

44- HadiNezhad M, Duc C, Han NF, Hosseinian F. Flaxseed soluble dietary fibre enhances lactic acid bacterial survival and growth in kefir and possesses high antioxidant capacity. *Journal of Food Research*. 2013; 2(5): 152.

45- El-Lahot A, El-Razek A, Amal M, Massoud MI, Gomaa EG. Utilization of glycyrrhizin and licorice extract as natural sweetener in some food products and biological impacts. *Journal of Food and Dairy Sciences*. 2017; 8(3): 127-36.

46- Bustamante M, Oomah BD, Rubilar M, Shene C. Effective Lactobacillus plantarum and Bifidobacterium infantis encapsulation with chia seed (Salvia hispanica L.) and flaxseed (Linum usitatissimum L.) mucilage and soluble protein by spray drying. *Food chemistry*. 2017; 216: 97-105.

47- Afzaal M, Khan AU, Saeed F, Arshad MS, Khan MA, Saeed M, *et al.* Survival and stability of free and encapsulated probiotic bacteria under simulated gastrointestinal conditions and in ice cream. *Food Science & Nutrition*. 2020; 8(3): 1649-56.

48- Al-Turki AI, El-Ziney MG, Abdel-Salam AM. Chemical and anti-bacterial characterization of aqueous extracts of oregano, marjoram, sage and licorice and their application in milk and labneh. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 2008; 6(1): 39.

49- Fakhfakh N, Jdir H, Jridi M, Rateb M, Belbahri L, Ayadi MA, *et al.* The mallow, Malva aegyptiaca L.(Malvaceae): Phytochemistry analysis and effects on wheat dough performance and bread quality. *LWT*. 2017; 75: 656-62.

New Findings in Veterinary Medicine
Homepage: nfvm.uoz.ac.ir
Semiannual - Print ISSN: 2645-4491 Online ISSN: 2676-5004

Volume 7, Issue 1, Spring & Summer 2024, pages: 10-24

Sensory and microbial evaluation of functional confectionery cream (*Glycyrrhiza glabra*/ *Malva mucilage* / *Lactobacillus plantarum*)

Mohammad HassanBeiki[1], Leila Golestan[2], Zohreh Mashak[*3], Mohammad Ahmadi[2], Seyed Mahdi Jafari[4]

1- PhD Student, Department of Food Hygiene, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Food Hygiene, Ayatollah Amoli Branch, Islamic Azad University, Amol, Iran.
3- Associate Professor, Department of Food Hygiene, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
4- Professor, Department of Food Process Engineering, Faculty of Food Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Receive: February 19, 2024; Revise: March 10, 2024; Accept: March 12, 2024

10.22034/nfvm.2024.450424.1234

Summary

This study aimed to introduce a beneficial cream containing *Glycyrrhiza glabra* extract/*Malva* mucilage, and *Lactobacillus plantarum* within 60 days of storage. First, Lactobacillus plantarum was coated with sodium alginate, and with *Malva mucilage* coated again. After the whipped cream was prepared, probiotic microcapsules (10^7 cfu/g) were added. Finally, dried *Glycyrrhiza glabra* extract (0, 5, 10, and 15%) and the *Malva* mucilage (0, 5, 10, and 15%) were added to the treatments to replace sugar and fat, respectively. In total, seven phenolic, flavonoid, and quercetin compounds including gentisic acid, caffeic acid, p-coumaric acid, ferulic acid, luteolin, apigenin, and sinapic acid were detected at the same concentration, and 20 µg/mL in licorice extract. The addition of licorice extract and *Malva* mucilage decreased the amount of total sugar, calories, and fat in treatments ($p<0.05$). Microbial contamination (Escherichia coli, Staphylococcus aureus, mold, and yeast) was not observed in all groups during 60 days ($p>0.05$). The probiotic survival results showed that the addition of licorice extract and *Malva* mucilage increased the survival of probiotic bacteria during 60 days ($p<0.05$). Sensory evaluation showed that high percentages of licorice extract (15%) and mucilage of Malva plant (15%) were not accepted by sensory evaluators. However, the sample of 10% licorice extract and 10 mucilage of Malva plant along with microcapsules were well accepted by consumers. This treatment is introduced as the best example of the study, which can show its beneficial effects on the consumer within 45 days with the highest sensory evaluation.

Keywords: *Whipped cream, Lactobacillus plantarum, licorice extract, Malva mucilage, evaluation*