تحقیقات مهندسی صنایع غذایی/جلد ۲۰/ شماره ۷۰/بهار و تابستان ۱۴۰۰/ص ۱۴۰-۱۲۳

سایت مجله: https://fooder.areeo.ac.ir

نوع مقاله: علمی-پژوهشی

اثر مقایسه‌ای عصاره آبی ریشه جغجغه و لوتئولین بر فعالیت ضداکسیدانی و قابلیت زنده‌مانی باکتری‌های آغازگرماست

مریم کهزادیان[1] و وجیهه فدائی نوغانی[2*]

۱ و ۲- به ترتیب: دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی؛ و دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۴/۲۱ ؛ تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۱۰/۲۱

چکیده

گیاه جغجغه با نام علمی *Prosopis farcta* از تیرهٔ فرعی گل ابریشم است که به‌دلیل اثرهای سلامتی‌بخش این گیاه و کاربرد آن در پیش‌گیری از بیماری‌های مزمن می‌توان از آن به‌عنوان افزودنی‌طبیعی و ایمن در موادغذایی استفاده کرد. ترکیب اصلی و مادهٔ مؤثر ریشهٔ این گیاه، لوتئولین نام دارد که یک فلاوونوئید است. هدف از این پژوهش، تعیین ویژگی‌های ضداکسیدانی و کیفی نمونه‌های ماست قالبی حاوی عصارهٔ آبی ریشهٔ گیاه جغجغه (T1=۰/۰۱، T2=۰/۰۳ و T3=۰/۰۵ درصد حجمی/حجمی) و لوتئولین (T4=۰/۰۰۵ و T5=۰/۰۱ درصد حجمی/حجمی) و شاهد (T6=بدون عصارهٔ آبی ریشهٔ گیاه‌جغجغه و لوتئولین) نگهداری شده در دمای ٤ درجه سلسیوس به‌مدت ۱۵ روز است. بعد از ذخیره‌سازی، تعداد باکتری‌های آغازگر در نمونه‌های ماست حاوی عصارهٔ آبی ریشهٔ گیاه‌جغجغه بیشتر بود تا در نمونه‌های ماست حاوی لوتئولین و شاهد ($p<0.05$). فعالیت مهار رادیکال DPPH با افزایش مقدار عصارهٔ آبی ریشهٔ گیاه جغجغه و محلول لوتئولین افزایش یافت ($p<0.05$). در ارزیابی حسی، T1 بالاترین امتیاز پذیرش حسی (بعد از شاهد) را میان گروه‌های آزمایشی کسب کرد. نتایج این مطالعه تأیید می‌کند که عصارهٔ آبی ریشهٔ گیاه جغجغه می‌تواند برای بهبود ظرفیت ضداکسیدانی ماست قالبی استفاده شود.

واژگان کلیدی

ریشهٔ جغجغه، فعالیت ضد اکسیدانی، لوتئولین، ماست فراسودمند

مقدمه

در دهه‌های اخیر پژوهشگران داروشناسی و علوم‌وابسته در دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی معتبر دنیا و کارخانه های عظیم داروسازی، به پژوهش در زمینهٔ شناخت موادمؤثر، ویژگی های دارویی و کاربرد درمانی گیاهان دارویی توجه بیشتری کرده‌اند. خوشبختانه، به‌علت شرایط اقلیمی مناسب و سایر عوامل خاص جغرافیایی دیگر، گیاهان متنوع و زیادی در بیشتر مناطق ایران می‌رویند که اکثر آنها، ویژگی های درمانی مهمی دارند.

گیاه جغجغه با نام علمی *Prosopis farcta* از تیرهٔ فرعی گل‌ابریشم است که به‌شکل بومی در

* نگارنده مسئول: Email: Vn.Fadaei@Gmail.Com

http://doi: 10.22092/fooder.2022.343631.1278

© 2021,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مناطق کوهستانی زاگرس رویش دارد. نام‌محلی آن در غرب‌کشور، بلاوری[1] است. ریشه (ساقهٔ زیرزمینی) آن، عمیق به‌طول تقریباً ۴۰ – ۲۰ سانتی‌متر و به رنگ قهوه‌ای مایل به زرشکی تیره است(Mazaheri-Tehrani *et al.*, 2008; Zargari, 1991). این گیاه‌دارویی بومی چندین کشور آسیایی در خاورمیانه گسترش‌یافته است. اثرهای ضدمیکروبی، ضدتوموری، ضداکسیدانی، ضددیابتی و ضدانگل‌زایی عصاره‌های دانه، ریشه و گیاه جغجغه در مدل‌های حیوانی به‌اثبات رسیده است و احتمال می‌رود به‌عنوان داروی‌گیاهی برای ترمیم زخم کاربرد داشته باشد (Noroozi *et al.*, 2019)؛ عصارهٔ آبی ریشه و میوهٔ گیاه جغجغه به‌دلیل دارا بودن آلکالوئیدها با اثرهای ضداکسیدانی، فلاوونوئیدها با اثرهای ضدالتهابی و تانن‌ها با اثرهای تکثیرسلولی و رگ‌زایی در فرایند ترمیم و بازسازی زخم‌های دیابتی‌موش دخالت دارد (Ranjbar-Heidari *et al.*, 2011). فعالیت‌های ضدمیکروبی، ضدسرطان‌زایی و ضداکسیدانی عصارهٔ بخش‌های هوایی گیاه جغجغه نیز تأیید شده است (Saad *et al.*, 2017). لکتین[2] و توکسین[3] حاصل از گیاه جغجغه التیام‌آور هستند و انگل‌های اصلی لیشمانیا[4] را در کودکان ازبین می‌برند (Gulalp & Karcioglu, 2008). در اینجا بخش‌های این‌گیاه به‌تفکیک و به اختصار بررسی می شود.

دانه‌های گیاه جغجغه منبع کم‌هزینه‌ای برای تأمین پروتئین، اسیدهای چرب غیراشباع، ترکیبات فنلی و ضداکسیدان‌های طبیعی در کاربردهای بهداشتی و دارویی محسوب می‌شوند (Ben Lajnef *et al.*, 2015).

لوبیای گیاه جغجغه افزایش‌دهندهٔ سطح کلسترول با دانسیتهٔ بالا[5]، پروتئین‌کل و گلوبولین و کاهندهٔ سطح کلسترول با دانسیتهٔ پایین[6]، فسفر و فعالیت گاما-گلوتامیل ترانسفراز در شترمرغ است (Omidi *et al.*, 2013). اثر ضدباکتریایی عصارهٔ اتانولی و متانولی غلاف‌های‌جغجغه تأیید شده است (Mustafa *et al.*, 2017). نخعی مقدم و همکاران (Nakhaei-Moghadam *et al*, 1998) اثربخشی مثبت پماد حاصل از مخلوط کرهٔ حیوانی و پودرغلاف میوهٔ گیاه جغجغه را بر اپیتلیزاسیون زخم پوستی در موش صحرایی تأیید کردند. آرد حاصل از مزوکارپ غلاف‌های جغجغه یکی از مهم‌ترین غذاهای اصلی صحرانشینان در آمریکای شمالی و جنوبی محسوب می‌شود که با آرومای شبه‌شکلاتی و نارگیلی برای تهیهٔ فرمولاسیون‌های موادغذایی بدون گلوتن و تولید فراورده‌های نانوایی و برای ترکیب با شیرگاو، شیرسویا، بستنی و تهیهٔ نوشیدنی‌های از نوع شکلات داغ مناسب است. این آرد دارای فعالیت ضداکسیدانی است (Felker *et al.*, 2013).

میوهٔجغجغه مقدار فنل بالایی دارد و نیزدارای اثرات ضدمیکروبی و ضدقارچی و فعالیت ضداکسیدانی است (Farboodniay-Jahromi *et al.*, 2018). عصارهٔ میوهٔ جغجغه برای درمان بیماران دیابتی با قند و چربی خون بالا مفید است (Heydari *et al.*, 2018). نانوذرات نقرهٔ تولیدشده از عصارهٔمیوهٔ جغجغه با فعالیت‌ضداکسیدانی و ضدباکتریایی می‌توانند کاربرد گسترده‌ای در پزشکی‌زیستی داشته‌باشند (Salari *et al.*, 2019). وایتکسین[7] استخراج شده از میوهٔ جغجغه کاهندهٔ فشار خون است (Al-Jeboory & Dizaye, 2006). اثرمثبت فعالیت ضداکسیدانی میوهٔ این گیاه بر صنعت غذا از طریق افزودن عصارهٔ متانولی میوهٔ جغجغه به روغن کانولا و افزایش زمان ماندگاری روغن به‌اثبات رسیده‌است (Shahbazi & Shavisi, 2019).

1- Belavari
2- Lectin
3- Toxin
4- Leshmania
5- High Density Lipoprotein(HDL)
6- Low Density Lipoprotein(LDL)
7- Vitexin

ویژگی های ضددیابتی عصارۀ هیدروالکلی برگ گیاه جغجغه در موش‌های دیابتی تأیید شده است (Kamali *et al.*, 2014). ویژگی های ضدمیکروبی نانوذرات نقره (Miri *et al.*, 2015) و ویژگی های ضدسرطان‌زایی نانو ذرات طلا (Miri *et al.*, 2018) تهیه شده از عصارۀ برگ جغجغه به‌اثبات رسیده است.

ریشۀ این گیاه به عنوان دارویی طبیعی مؤثر برای درمان اختلالات قلبی-عروقی پیشنهاد می‌شود (Saidi *et al.*, 2016)؛ با افزایش مقدار مصرف عصارۀ ریشۀ جغجغه، درجه اتساع آئورت در موش افزایش یافت (Asadollahi *et al.*, 2010). کاهش درد قفسۀ سینه، سلامت قلب و کاهش چربی و کلسترول کل در خرگوش نیز ازطریق مصرف عصارۀ ریشۀ گیاه جغجغه تأیید شده است. محققان، ضمن تأیید اثر کاهش‌دهندگی قند خون توسط گیاه جغجغه نتیجه گرفت که عصارۀ ریشۀ آن را می‌توان به‌عنوان کاهندۀ فشار خون و قند خون به کار گرفت. تانن‌ها، لوتئولین، اسیدکافئیک و ۵ دی‌اکسی‌لوتئولین ترکیبات اصلی به‌دست آمده از آنالیز ریشۀ این گیاه هستند (Harzallah-Skhiri *et al.*, 2006).

مادۀ مؤثر ریشۀ گیاه جغجغه لوتئولین است. لوتئولین جزء فلاوونوئیدها و نوعی ضداکسیدان است که از تخریب سلولی ناشی از رادیکال‌های آزاد اکسیژن جلوگیری می‌کند (Harzallah-Skhiri *et al.*, 2006). فلاوونوئیدها جزئی از گروه گسترده ترکیبات طبیعی زیستی‌اند که اسکلت هتروسایکلی آروماتیک فلاوون (۲ – فنیل بنزوپیران) هستند. مصرف فلاوونوئیدهای موجود در غذا خطر ابتلا به بیماری‌های نورو – دژنراتیو[1] مانند آلزایمر، پارکینسون و اسکلروزمالتیپل[1] (MS) را کاهش می دهند و سبب بهبود شناخت و یادگیری در مدل‌های حیوانی می شوند (Pavlica & Gebhardt, 2010). لوتئولین با دارابودن خاصیت ضدالتهابی از بروز بیماری‌های التهابی مانند آرتروزاستخوانی و روماتیسم مفصلی جلوگیری می‌کند. رابطۀ معکوسی بین مصرف لوتئولین و غلظت کلی کلسترول در پلاسما وجود دارد (Arai *et al.*, 2000). رابطۀ میان میزان فلاوونوئیدهای آپی‌ژنین، کامپفرول، لوتئولین، میرستین و کوئرستین با بیماری‌های قلبی در سالمندان معکوس است (Hertog *et al.*,1993; Korkina *et al.*, 1997) ویژگی های ضداکسیدانی لوتئولین در پیشگیری از بیماری‌های قلبی و نیز بیماری‌های چشمی به‌اثبات‌رسیده است. برخی فلاوونوئیدها مانند فیستین، آپی‌ژنین و لوتئولین بازدارنده‌هایی برجسته در تکثیر سلولی به شمار می‌روند، به‌طوری‌که رابطۀ معکوسی بین مصرف فلاوونوئید و سرطان‌ریه وجود دارد (Hertog *et al.*, 1995). عملکرد ضدویروسی لوتئولین بدین‌ترتیب است که روی همانندسازی بین سلولی در ویروس‌ها اثر می‌گذارد (Bae *et al.*, 2000).

از دیرباز از دم‌کرده و جوشاندۀ ریشۀ گیاه جغجغه در غرب‌کشور و به‌ویژه استان ایلام برای تسکین و درمان دردهای قلبی و کاهش قند خون استفاده شده است؛ ، فعالیت ضداکسیدانی ریشۀ این گیاه از فعالیت ضد اکسیدانی دانه و میوۀ آن بیشتر است (Noroozi *et al.*, 2019)؛ از این رو ، از عصارۀ ریشۀ آن در تولید ماست فراسودمند استفاده شده است. نظربه اینکه یکی از عوامل اصلی مرگ‌ومیر در کشور، ابتلا به بیماری‌های قلبی – عروقی است، توجه به یافتن راه حلی برای کاهش خطر ابتلا به آن در بین افراد جامعه ضروری به‌نظرمی‌رسد. یکی از محصولات غذایی مورد نیاز در رژیم غذایی هر فرد،

1- Nourodegenerative
2- Multiple Sclerosis

دریافت روزانه دو تا سه سهم از گروه لبنیات است و از آنجا که یکی از محبوب‌ترین و پرمصرف‌ترین آنها برای عموم جامعه، ماست است و با توجه به خواص درمانی ذکر شده در مورد عصارهٔ گیاه جغجغه هدف از این پژوهش، افزودن عصارهٔ آبی ریشهٔ این گیاه بومی و مادهٔ مؤثر آن (لوتئولین) به شیر مورد استفاده در تولید ماست قالبی و بررسی برخی ویژگی‌های محصول تولیدی است. در صورتی که این فرآورده فراسودمند از طرف مصرف کننده پذیرفته شود و ویژگی‌های ماست تغییر نیابد انتظار می‌رود بتوان از آن به‌عنوان "غذادارو" استفاده کرد و گامی نو در راه تغذیهٔ سالم برداشت.

مواد و روش‌ها

مواد

کشت منجمدشدهٔ تجاری DVS[1] (شامل باکتری‌های آغازگر *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* و با نام تجاری CH1) از شرکت کریستین هانسن (کشور دانمارک)، و شیر خشک بدون چربی از کارخانه پگاه تهران تهیه شد. کلیهٔ مواد شیمیایی مورد نیاز برای اجرای آزمون‌ها از شرکت مرک آلمان خریداری گردید.

تهیهٔ عصارهٔ آبی ریشهٔ گیاه جغجغه

گیاه جغجغه، پس‌از جمع‌آوری از مناطق اطراف شهرستان ایلام در استان ایلام، توسط گیاه‌شناس هرباریوم دانشگاه‌علوم پزشکی ایلام شناسایی و به آزمایشگاه منتقل‌شد. ریشهٔ این گیاه، پس از شستشو و خشک‌شدن، با آسیاب برقی به‌صورت پودر درآمد و ۵۰ گرم از پودرریشه، داخل کارتوش ریخته و به دستگاه سوکسله (مدل H-626) منتقل و با افزودن ۵۰۰ سی‌سی آب مقطر عصاره‌گیری شد. پس از تغلیظ کامل توسط روتاری ازطریق تبخیر درخلأ (مدل دیجیتالی IKA RV 10، ساخت آلمان) به گرم‌خانه ۴۰ درجه سلسیوس منتقل‌شد؛ پس‌از خشک شدن، پودر عصارهٔ ریشهٔ گیاه جغجغه به‌دست‌آمد (Ranjbar-Heidari *et al.*, 2011)؛ برای تهیهٔ تیمارهای موردنظر، محلول‌های با غلظت ۰/۰۱، ۰/۰۳ و ۰/۰۵ درصد حجمی/حجمی تهیه گردید.

تهیه محلول لوتئولین

مقدار ۰/۰۰۲ گرم از پودرلوتئولین (Sigma-Aldrich، آمریکا) با ترازوی دیجیتال بادقت ۰/۰۰۰۱ گرم (Sartorius، آلمان) در ۱۰ سی سی حلال مخصوص این پودر به‌نام DMSO[2] حل گردید؛ و محلولی با غلظت ۱ میلی‌مولار به‌دست‌آمد؛ محلول حاصل، محلول‌پایه در نظر گرفته شد و محلول‌های با غلظت ۰/۰۰۵ و ۰/۰۱ درصد حجمی/حجمی برای تهیهٔ تیمارها، از محلول پایه تهیه شدند.

تهیه نمونه‌های ماست

پس از دریافت شیرخام و اجرای آزمون‌های اولیهٔ کنترل کیفی، شیر در دمای ۷۴ درجه سلسیوس به‌مدت ۱۶ ثانیه پاستوریزه و پس از سردشدن تا دمای ۱۰ درجه‌سلسیوس، به تانک فرایند منتقل گردید و با افزودن شیرخشک‌بدون‌چربی (۲/۵ درصد)، مادهٔ خشک و چربی (۲/۵ درصد) آن استاندارد شد؛ شیر در دمای ۶۵-۶۰ درجه‌سلسیوس با فشار ۱۵۰ بار هوموژنیزه گردید؛ پس از اعمال فرایند حرارتی (۹۵ درجه‌سلسیوس به‌مدت ۱۰ دقیقه)، تا دمای تخمیر (۴۵ درجه سلسیوس) خنک‌شد؛ به‌دنبال‌آن، باکتری‌های‌آغازگر (طبق دستورالعمل شرکت سازنده) تلقیح گردید و بلافاصله بعد از آن، غلظت‌های مختلف عصاره‌آبی ریشهٔ گیاه جغجغه (۰/۰۱ درصد:T1، ۰/۰۳درصد:T2، ۰/۰۵ درصد:T3) و محلول لوتئولین (۰/۰۰۵درصد:T4، ۰/۰۱درصد:T5) افزوده شد. نمونه‌ای نیز بدون عصارهٔ

1- Direct Vat Set

2- Dimetyl sulfoxide

آبی ریشهٔ گیاه جغجغه و محلول لوتئولین به‌عنوان شاهد (T6) درنظرگرفته‌شد. پس از بسته‌بندی و گرمخانه‌گذاری در دمای ۴۵ درجه‌سلسیوس تا رسیدن به pH برابر ۴/۵، در سردخانه و در دمای ۴ درجه‌سلسیوس نگهداری شد. پس از یک روز نگهداری در این دما، شاخص‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و زنده‌مانی باکتری‌های آغازگر در روزهای ۱، ۷ و ۱۵ پس ازتولید طی نگهداری در دمای ۴ درجه‌سلسیوس اندازه گیری شد.

آزمون‌ها

فیزیکوشیمیایی

اسیدیتهٔ قابل‌تیترکردن نمونه‌ها طبق استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲۸۵۲ با تیترکردن مولکول‌های اسیدآلی در نمونه با سود ۰/۱ نرمال و در حضور معرف فنل‌فتالئین ارزیابی شد.

برای اندازه‌گیری میزان آب‌اندازی ماست، ۲۵ گرم نمونه روی کاغذ صافی واتمن شمارهٔ ۴۱ روی قیف قرارداده‌شد. میزان آب‌خارج‌شده از قیف پس‌از ۱۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه‌سلسیوس با عنوان آب‌اندازی بیان گردید (Tamime *et al.*, 1996).

گرانروی نمونه‌های تولیدی بااستفاده از ویسکومتر بروکفیلد (مدل RV-DVI، ساخت امریکا) اندازه‌گیری شد. پیش از اندازه‌گیری گرانروی، نمونه‌ها با میله ای شیشه‌ای کاملاً همگن‌شدند. در این آزمایش، پس‌از آزمون‌های اولیه، اسپیندل شمارهٔ ۴ به‌عنوان اسپیندل مناسب برای اندازه‌گیری ویسکوزیته انتخاب گردید. کلیهٔ آزمون‌ها در دمای ۵ درجه سلسیوس و با شرایط یکسان اجرا شدند؛ گرانروی نمونه‌ها در سرعت ۲۰ rpm و پس‌از گذشت ۳۰ ثانیه از چرخش اسپیندل قرائت‌گردید (Cinbas & Yazici, 2008).

اثر ضداکسیدانی نمونه‌های مورد آزمایش با استفاده از روش اندازه گیری ظرفیت مهار رادیکالی (RSC)[1] به کمک ۲ و ۲ دی فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH)[2] ارزیابی شد و جذب نمونه‌ها با دستگاه اسپکتوفتومتر درطول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت گردید (در نمونهٔ شاهد به جای عصارهٔ آبی ماست، از آب مقطر استفاده شد). درصد RSC از رابطهٔ ۱ محاسبه شد (Amal & Shori, 2013).

$$RSC\ (\%) = 100 \times (A\ blank - A\ sample / A\ blank) \quad (۱)$$

در رابطهٔ بالا، A blank و A sample به ترتیب میزان جذب شاهد و میزان جذب نمونه هستند.

ارزیابی حسی

رنگ، بافت، طعم، بو و پذیرش‌کلی نمونه‌های ماست تولیدی به‌روش (Mazaheri Tehrani *et al.*, 2008) توسط ۷ نفر ارزیاب آموزش‌دیده و بر اساس هدونیک پنج نقطه‌ای تعیین شد. عدد ۱ نشان‌دهندهٔ پایین‌ترین امتیاز و عدد ۵ بالاترین امتیاز بود. شاخص نهایی ارزیابی پذیرش کلی است و در این پژوهش فقط نتایج پذیرش کلی گزارش شده است.

قابلیت زنده‌مانی باکتری‌های آغازگر

باکتری‌های *لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیرگونهٔ *بولگاریکوس* و *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* به‌ترتیب روی محیط های کشت MRS آگار و M17 آگار در شرایط شرح داده‌شده در استاندارد ملی ایران به شمارهٔ ۷۷۱۴ شمارش شدند.

1- Radical Scavening Capacity

2- 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl

روش آماری

این پژوهش براساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.2 اجرا گردید. برای هر تیمار، ۳ تکرار در نظرگرفته شد. برای مقایسهٔ میانگین‌ها، از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۰/۰۵ و برای آنالیز داده‌های منتج از آزمون‌حسی، از آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس استفاده شد.

نتایج و بحث

تغییرات اسیدیته

اسیدیتهٔ نمونه‌ها در شروع نگهداری ۰/۷۷ -۰/۸۵ (درصد اسید لاکتیک) بود (جدول ۱) و بعد از ۱۵ روز نگهداری تا ۰/۸۶ -۰/۹۷ (درصد اسید لاکتیک) افزایش یافت. روند افزایش اسیدیته در اکثر نمونه‌ها میان روزهای اول و پانزدهم سردخانه‌گذاری معنی دار ($p<0.05$) بود. به‌طور کلی، در ماست با تخمیر لاکتوز به اسید لاکتیک توسط فعالیت باکتری‌های آغازگر، اسیدیته افزایش می‌یابد که در بسیاری از پژوهش‌ها (Cho *et al.*, 2020; Jeong *et al.*, 2018; Tarakçi, 2010; Bakirci & Kavaz, 2008; Walstra *et al.*, 2006) نیز به آن اشاره شده است. اسیدیته (درصد بر حسب اسید لاکتیک) طی هفتهٔ دوم سردخانه‌گذاری در تیمار T1 و T2 به‌ترتیب از ۰/۹۴ به ۰/۹۷ و از ۰/۸۴ به ۰/۸۶ افزایش پیدا کرد که احتمالاً به‌دلیل تغییرات ایجاد شده در نسبت باسیل‌ها و کوکوس‌های موجود در ماست است (Jozve-zargharabadi *et al.*, 2020)؛ افزایش تعداد لاکتوباسیل‌ها سبب ایجاد مزهٔ ترش و اسیدی‌تری خواهد شد؛ این درحالی است که سایر تیمارها اسیدیتهٔ تقریباً ثابت دارند. بتا-گالاکتوزیداز حاصل از باکتری‌های لاکتیکی حتی در سرما فعال است و در تجمع اسید لاکتیک، اسید استیک، اسید سیتریک، اسید بوتیریک، استالدئید و اسید فرمیک تولید شده توسط باکتری‌های آغازگر ماست به عنوان زیرفراورده‌های متابولیکی نقش دارد؛ بسیاری از پژوهش‌ها (Jozve-zargharabadi *et al.*, 2020; Kolawole *et al.*, 2015; Zamberlin *et al.*, 2011; Bano *et al.*, 2011; Papastoyiannidis *et al.*, 2006; Salwa *et al.*, 2004) افزایش اسیدیتهٔ ماست را در دورهٔ نگهداری تأیید کرده‌اند

اسیدیتهٔ نمونه‌های ماست در تیمارهای مختلف، اختلاف آماری معنی داری ($p<0.05$) دارد. کمترین اسیدیته به نمونه‌های حاوی محلول خالص لوتئولین تعلق داشت. اسیدیتهٔ قابل تیترکردن متأثر از مادهٔ خشک بدون چربی مانند سیترات ها، پروتئین‌ها و فسفات‌هاست. در بین نمونه‌های ماست حاوی عصارهٔ ریشهٔ گیاه جغجغه و لوتئولین، T4 و T5 کمترین اسیدیته و با دیگر نمونه ها اختلاف معنی دار ($p<0.05$) داشتند. احتمال می‌رود کاهش اسیدیته در نمونه‌های حاوی لوتئولین خالص ناشی از اثر بازدارندگی بیشتر محلول خالص لوتئولین بر باکتری‌های آغازگر و در نتیجه، کاهش تخمیر لاکتوز و کاهش میزان اسیدیته باشد. در بارهٔ نمونه‌های حاوی عصارهٔ ریشهٔ جغجغه، به نظر می‌رسد ترکیبات عصاره اثر پری بیوتیکی نیز داشته باشند و فعالیت متابولیکی باکتری‌های لاکتیکی را افزایش دهند؛ از این رو اسیدیته افزایش یافت. همچنین می‌توان گفت اسیدهای طبیعی مانند اسید کافئیک موجود در ریشهٔ جغجغه موجب افزایش اسیدیته در نمونه‌های غنی شده با آن می‌شوند؛ ولی روند افزایش اسیدیته طی نگهداری زیاد نبود. بدین ترتیب که تیمارهای T2 و T3، در قیاس با تیمارهای شاهد و T1، افزایش اسیدیتهٔ نسبتاً کمتری طی زمان ماندگاری از خود

نشان دادند. علت این امر را می‌توان به اثر ترکیبات ضدمیکروبی پلی فنلی موجود در ریشهٔ جغجغه مانند تانن ها، لوتئولین و اسید کافئیک نسبت داد (Harzallah-Skhiri *et al.*, 2006)؛ این ترکیبات احتمال می‌رود بازدارندهٔ رشد باکتری‌های آغازگر ماست باشند و به دلیل غلظت بالاتر عصاره در این تیمارها (به ترتیب ۰/۰۳ درصد و ۰/۰۵ درصد)، کاهش اسیدیته مشاهده گردید. بسیاری از پژوهش‌ها (Maisetta *et al.*, 2019; Sung *et al.*, 2012; Akiyama *et al.*, 2001; Scalbert, 1991) اثر ضدمیکروبی تانن ها را تأیید کرده‌اند. کاهش سرعت اسیدی کردن در تیمارهای T2 و T3 را می‌توان به ظرفیت بافری اسیدهای آلی و ترکیبات فنلی نیز نسبت داد (Jeong *et al.*, 2018). در نتیجه، با کاهش فعالیت باکتری‌های آغازگر، میزان اسیدیته کمتر افزایش یافته است. به نظر می‌رسد با گذشت زمان، اثر بازدارندگی عصاره بر میکروارگانیسم‌ها بیشتر می‌شود. این نتایج با یافته‌های (Al. Otaibi, El. & Demerdash, H. 2008) مبنی بر تأثیر روغن‌های ضروری بر کاهش فعالیت باکتری‌های آغازگر و در نتیجه، افزایش کمتر اسیدیته همخوانی دارد. (Cho *et al.*, 2020) ضمن تأیید نبود اثر بازدارندگی عصارهٔ برگ زیتون بر باکتری‌های لاکتیکی در ماست، افزایش اسیدیتهٔ نمونه‌های ماست شاهد و غنی شده با عصارهٔ برگ زیتون را در دورهٔ نگهداری گزارش کردند.

جدول ۱- مقادیر اسیدیته (درصد برحسب اسید لاکتیک) در نمونه‌های ماست قالبی حاوی عصارهٔآبی ریشه گیاه‌جغجغه و لوتئولین طی نگهداری در دمای ٤ درجه‌سلسیوس* (میانگین±انحراف معیار)

روز تیمار	۱	۷	۱۵
T1	۰/۸۵±۰/۰۱^{Ac}	۰/۹۴±۰/۰۱^{Ab}	۰/۹۷±۰/۰۱^{Aa}
T2	۰/۸۵±۰/۰۱^{Ab}	۰/۸۴±۰/۰۱^{Ca}	۰/۸۶±۰/۰۱^{Ca}
T3	۰/۸۵±۰/۰۱^{Aa}	۰/۸۶±۰/۰۱^{Ca}	۰/۸۶±۰/۰۱^{Ca}
T4	۰/۷۸±۰/۰۲^{Cb}	۰/۸۶±۰/۰۱^{Ca}	۰/۸۶±۰/۰۱ ^{Ca}
T5	۰/۷۷±۰/۰۱^{Cb}	۰/۸۵±۰/۰۰^{Ca}	۰/۸۶±۰/۰۰^{Ca}
T6	۰/۸۲±۰/۰۲^{Bb}	۰/۹۱±۰/۰۱^{Ba}	۰/۹۱±۰/۰۱^{Ba}

*حروف متفاوت کوچک لاتین بیانگر وجود اختلاف معنی داری ($p<0/05$) بین ستون های مختلف است /

*حروف متفاوت بزرگ لاتین بیانگر وجود اختلاف معنی داری ($p<0/05$) بین ردیف مختلف است/

نمونه‌های ماست حاوی عصارهٔ آبی ریشه گیاه جغجغه (T1:۰/۰۱٪، T2:۰/۰۳٪ ، T3:۰/۰۵٪) و لوتئولین (T4:۰/۰۰۵٪، T5:۰/۰۱٪) و شاهد (T6)

تغییرات میزان آب‌اندازی

برابر جدول ۲، بعد از گذشت ۷ روز از زمان سردخانه‌گذاری، میزان آب‌اندازی در تمامی تیمارها افزایش یافت ($p<0.05$)؛ که در این دوره، درصد آب‌اندازی به‌ترتیب در دو تیمار T5 (۳۴/۲۷ درصد) و T1 (۳۵/۴۶ درصد) کمتر از سایر تیمارها بود. پانزده روز بعد از سردخانه‌گذاری، میزان آب‌اندازی در تیمارها رو به کاهش گذاشت؛ که در این میان، دو تیمار T3 (از ۴۱/۵۱ به ۳۰/۳۱ درصد) و T4 (از ۳۹/۱۸ به ۳۱/۱۹ درصد) به‌ترتیب بیشترین کاهش آب‌اندازی را در قیاس با سایر تیمارها از خود نشان دادند. علت افزایش آب اندازی طی سردخانه گذاری را می‌توان به افزایش اسیدیته و انقباض شدید شبکهٔ ژلی در اثر سرد کردن نسبت داد که منجر به افزایش آب اندازی در هفتهٔ اول می‌گردد. بالاتر بودن آب اندازی نمونهٔ شاهد در قیاس با T4، احتمالاً به دلیل

افـزایش اسـیدیتهٔ نمونـهٔ شـاهد طـی نگهـداری اسـت (Jozve-zargharabadi *et al.*, 2020). تغییـرات آب انـدازی طـی نگهـداری ماسـت متـأثر از بـود یـا نبـود ترکیبـات افزودنـی و همچنـین نـوع مـادهٔ افزودنـی در نمونـه‌هـای ماسـت مـورد بررسـی اسـت؛ (Supavititpatana *et al.*, 2010)، افـزایش میـزان آب اندازی را در نمونه‌هـای ماسـت تهیـه شـده از شـیر گـاو و شـیر ذرت طـی دورهٔ نگهـداری مشـاهده کردنـد؛ (Liu & Lv, 2019) کـاهش میـزان آب انـدازی را در نمونه‌هـای ماسـت تهیـه شـده از پالـپ گـل بلـوبری طـی سـردخانه گـذاری تأییـد کردنـد. رونـد تغییـرات آب انـدازی طـی دورهٔ نگهـداری در پـژوهش حاضـر مطـابق بـا نتـایج (Cho *et al.*, 2020) در نمونـه‌هـای ماسـت شاهد و غنی شده با عصارهٔ برگ زیتون است.

برخـی تفـاوت‌هـا در میـزان آب انـدازی نمونـه‌هـای ماسـت حـاوی عصـارهٔ آبـی ریشـهٔ گیـاه جغجغـه و لوتئولین در قیاس با نمونـهٔ شـاهد را مـی‌تـوان بـه وجـود ترکیبات پلـی فنلـی و ترکیبـات جـذب کننـدهٔ رطوبـت و در نتیجـه، تفـاوت نسـبی در مـادهٔ خشـک نسـبت داد (Cho *et al.*, 2020) کـه پایـداری شـبکه ژلـی ماسـت و افـزایش ظرفیـت اتصـال آب را موجـب مـی‌شـود. تفـاوت اسـیدیته میـان نمونـه‌هـای ماست تولیدی نیـز بـر میـزان آب انـدازی آنهـا اثـر گـذار است.

جدول ۲- مقادیر آب‌اندازی (درصد) در نمونه‌های ماست قالبی حاوی عصارهٔ آبی ریشهٔ گیاه‌جغجغه و لوتئولین طی نگهداری در دمای ٤ درجه سلسیوس* (میانگین± انحراف معیار)

روز تیمار	۱	۷	۱۵
T1	۲۹/۹۴±۱/۳۵^{Bb}	۳۵/۴۵±۰/۵^{Ba}	۳۲/۳۴±۳/۲۳^{CDb}
T2	۳۱/۴۷±۱/۳۰^{ABc}	۳۸/۸۳±۰/۳۸^{Aa}	۳۵/۸۳±۱/۳۹^{ABb}
T3	۳۳/۵۴±۲/۰۹^{Ab}	۴۱/۵۱±۰/۵۳^{Aa}	۳۰/۳۰±۱/۶۲^{Dc}
T4	۳۳/۱۴±۱/۳۵^{Ab}	۳۹/۱۸±۰/۸۹^{Aa}	۳۱/۱۹±۳/۷۴^{Db}
T5	۲۹/۴۳±۰/۹۰^{Bb}	۳۴/۲۶±۰/۶۷^{Ba}	۳۵/۲۱±۰/۸۸^{BCa}
T6	۳۳/۶۴±۰/۹۷^{Ac}	۴۰/۴۹±۰/۶۸^{Aa}	۳۸/۷۳±۳/۱۹^{Ab}

*حروف متفاوت کوچک لاتین بیانگر وجود اختلاف معنی داری ($p<0/05$) بین ستون های مختلف است /

*حروف متفاوت بزرگ لاتین بیانگر وجود اختلاف معنی داری ($p<0/05$) بین ردیف مختلف است/

نمونه‌های ماست حاوی عصارهٔ آبی ریشه گیاه جغجغه (T1:٪۰/۰۱، T2:٪۰/۰۳ ، T3:٪۰/۰۵) و لوتئولین (T4:٪۰/۰۰۵، T5:٪۰/۰۱) و شاهد (T6)

تغییرات گرانروی

گرانـروی همـهٔ تیمارهـا در هفتـهٔ اول نسـبت بـه زمـان شـروع سـردخانه‌گـذاری کـاهش یافـت ($p<0.05$)؛ طـی هفتـهٔ دوم سـردخانه‌گـذاری نیـز گرانـروی در تیمارهـا کـاهش پیـدا کـرد ($p<0.05$) ولـی تغییـر چنـدانی در گرانـروی T5 مشـاهده نگردیـد (جـدول ۳). کـاهش گرانـروی طـی نگهـداری را مـی‌تـوان بـه کـاهش ظرفیـت نگهـداری آب در نمونـه‌هـا در نتیجـهٔ افـزایش اسـیدیته نسـبت داد. کـاهش گرانـروی طـی دورهٔ نگهـداری مطـابق بـا نتـایج (Cho *et al.*, 2020) در نمونـه‌هـای ماسـت شـاهد و غنـی شـده بـا عصـارهٔ بـرگ زیتـون اسـت. Lee و Lucey نیـز کـاهش گرانـروی ماسـت را طـی نگهـداری گـزارش کردنـد. (Liu & Lv, 2019)، پایـداری نسـبی گرانـروی نمونـه‌هـای ماسـت تهیه شده از پالـپ گـل بلـوبری را طـی سـردخانه گـذاری تأیید کرده اند.

در بـین تیمارهـا، بیشـترین کـاهش گرانـروی مربـوط بـه T5 بـود. گرانـروی تـا حـدی متـأثر از عصـارهٔ ریشـهٔ

گیاه جغجغه و لوتئولین بود به‌طوری‌که این‌ویژگی در نمونه‌های ماست غنی‌شده، در قیاس با شاهد، درحد کمتری مشاهده گردید. علت کاهش گرانروی در نمونه‌های غنی‌شده نسبت به شاهد را می‌توان به این صورت گفت که ممکن است خاصیت امولسیفایری نسبی نمونه‌های غنی‌شده، تغییراتی در ریزساختار ژل‌ماست ایجاد کند به‌طوری‌که موجب بازشدن شبکهٔ ژلی ماست شود و کاهش گرانروی را در پی داشته باشد (Fennema, 1996). احتمال می‌رود ترکیباتی با خاصیت امولسیفایری و روغنی (مانند روغن‌های ضروری با خاصیت امولسیفایری) در عصارهٔ ریشهٔ گیاه جغجغه یافت شود.

جدول ۳- مقادیر گرانروی (سانتی‌پوآز) در نمونه‌های ماست قالبی حاوی عصارهٔ آبی ریشه گیاه جغجغه و لوتئولین طی نگهداری در دمای ٤ درجه سلسیوس* (میانگین± انحراف معیار)

روز تیمار	۱	۷	۱۵
T1	۵۲۶۶/۷±۱۱۰/۶^{ABa}	۴۸۴۶/۷±۴۸۵/۲^{ABa}	۳۴۸۶/۷±۸۸۷/۹^{ABb}
T2	۵۰۰۳/۳±۶۸/۱^{ABa}	۴۵۹۰±۵۳۱/۱^{ABa}	۳۸۰۶/۷±۶۰۲/۸^{Ab}
T3	۵۱۱۶/۷±۴۶۵/۴^{ABa}	۵۱۰۶/۷±۸۶/۲^{Aa}	۳۵۵۶/۷±۲۷۷/۹^{ABb}
T4	۴۸۸۳/۳±۷۵/۷^{ABa}	۴۳۶۶±۷۲۶^{Bab}	۳۷۶۶±۲۳۵^{Ab}
T5	۴۷۰۶/۷^{c}±۳۰/۶^{Ba}	۲۹۹۶/۷±۴۰۲^{Cb}	۲۸۹۳/۳±۳۱۸/۲ ^{Bb}
T6	۵۵۵۶/۷±۱۸۵^{Aa}	۴۴۴۰±۶۱۳/۹^{ABb}	۳۷۰۳/۳±۶۴۳/۸^{Ac}

*حروف متفاوت کوچک لاتین بیانگر وجود اختلاف معنی داری ($p<0/05$) بین ستون های مختلف است /

*حروف متفاوت بزرگ لاتین بیانگر وجود اختلاف معنی داری ($p<0/05$) بین ردیف مختلف است/

نمونه‌های ماست حاوی عصارهٔ آبی ریشه گیاه جغجغه (T1:۰/۰۱٪، T2:۰/۰۳٪ ، T3:۰/۰۵٪) و لوتئولین (T4:۰/۰۰۵٪، T5:۰/۰۱٪) و شاهد (T6)

تغییرات فعالیت ضداکسیدانی

درصد مهار رادیکال‌های آزاد در کلیهٔ نمونه‌ها طی نگهداری کاهش یافت ($p<0.05$). فعالیت ضداکسیدانی تیمارهای غنی شده (جدول ۴) طی نگهداری بیشتر از شاهد بود ($p<0.05$). کمترین درصد مهار رادیکال‌های آزاد و فعالیت ضداکسیدانی در دورهٔ نگهداری به شاهد و بیشترین مقدار به نمونهٔ حاوی ۰/۰۵ درصد عصارهٔ آبی ریشهٔ گیاه جغجغه تعلق داشت. کاهش فعالیت ضداکسیدانی در دورهٔ نگهداری را می‌توان به تجزیهٔ ترکیبات فنلی پلی‌مری توسط باکتری‌های لاکتیکی (Cho *et al.*, 2020; Kim *et al.*, 2019; Muniandy et al., 2016) و افزایش میان‌کنش میان پروتئین‌های شیر و پلی فنل‌ها (Kim *et al.*, 2019; Bchir *et al.*, 2019; Oksuz *et al.*, 2019; Sánchez-Bravo *et al.*, 2018; Helal *et al.*, 2018; Arts *et al.*, 2002; Trigueros *et al.*, 2014; Ozdal *et al.*, 2013) نسبت داد.

فعالیت ضداکسیدانی نمونه‌های ماست در تیمارهای مختلف، اختلاف آماری معنی داری داشت ($p<0.05$). با افزایش درصد عصارهٔ آبی ریشهٔ گیاه جغجغه و لوتئولین، میزان فعالیت ضداکسیدانی در نمونه‌های ماست فراسودمند افزایش پیدا کرد. طی سردخانه‌گذاری، فعالیت ضداکسیدانی تمامی تیمارها نسبت به شاهد بالاتر بود که در این بین، T3 به دلیل بالاتر بودن غلظت عصارهٔ آبی ریشهٔ گیاه جغجغه (۰/۰۵ درصد)، بیشترین فعالیت ضداکسیدانی را داشته است. طی دو هفته نگهداری، فعالیت ضداکسیدانی نمونه‌های ماست حاوی لوتئولین، نسبت به نمونه‌های ماست حاوی عصارهٔ

آبی ریشهٔ گیاه جغجغه، کمتر بود ($p<0.05$). فعالیت ضداکسیدانی به حضور ترکیبات پلی‌فنلی به‌دلیل توانایی آنها به‌عنوان جاذب‌های رادیکال‌آزاد نسبت داده می‌شود (Saad *et al.*, 2017)؛ مقدار فنل اثرگذارترین عامل بر افزایش فعالیت ضداکسیدانی است (Amal & Shori, 2013). هیدرولیز پروتئین شیر و تولید اسیدهای آلی در نتیجهٔ فعالیت متابولیکی میکروبی طی تخمیر و سردخانه‌گذاری می‌توانند منابع دیگر فعالیت‌های ضداکسیدانی باشند (Cho *et al.*, 2020). پایین بودن فعالیت ضداکسیدانی نمونه‌های ماست حاوی لوتئولین را می‌توان به بالاتر بودن مقدار ترکیبات ضداکسیدانی مختلف (مانند ترکیبات فنولی و فلاوونوئیدی) در عصارهٔ آبی ریشهٔ گیاه جغجغه، در قیاس با لوتئولین خالص، نسبت داد. فلاوونوئید ها در جغجغه به عنوان ضداکسیدان های قوی عمل می‌کنند (Heidari *et al.*, 2018)؛ اثر ضداکسیدانی تانن‌ها تأیید شده است (Maisetta *et al.*, 2019; Sung *et al.*, 2012)، از این رو می‌توان دریافت که فعالیت ضداکسیدانی ماست غنی شده بالاتر از فعالیت ضداکسیدانی ماست ساده است، به طوری که T3 بالاترین و شاهد پایین‌ترین فعالیت ضداکسیدانی را از خود نشان دادند. کاربرد عصاره‌های آبی تولید شده از گیاهان، فعالیت ضداکسیدانی ماست را افزایش می‌دهد (Alenisan *et al.*, 2017). (Cossu, M *et al.*, نیز تفاوت معنی‌داری را در فعالیت ضداکسیدانی نمونه‌های ماست غنی‌شده با عصاره‌های میوه‌های مختلف، در مقایسه با نمونه ماست ساده، گزارش کردند. مطابق با این نتایج، بسیاری از پژوهشگران (Jozve-zargharabadi *et al.*, 2020; Cho *et al.*, 2020; Bchir *et al.*, 2019; Kim *et al.*, 2019; Muniandy *et al.*, 2018., Trigueros *et al.*, 2014; Shori & Baba, 2011) افزایش فعالیت ضداکسیدانی نمونه‌های ماست حاوی ترکیبات افزودنی با فعالیت ضداکسیدانی و همچنین کاهش این ویژگی را طی نگهداری در سرما گزارش کرده‌اند.

جدول ٤- مقادیر فعالیت ضداکسیدانی (درصد مهار رادیکال‌های آزاد) در نمونه‌های ماست قالبی حاوی عصارهٔ آبی ریشهٔ گیاه جغجغه و لوتئولین طی نگهداری در دمای ٤ درجه سلسیوس* (میانگین± انحراف معیار)

روز تیمار	۱	۷	۱۵
T1	۷/۳۱±۴۸/۷۱^{Ca}	۱/۱۳±۴۸/۶۵^{Ca}	۱/۷۳±۴۱/۵۵^{Cb}
T2	۱/۴۴±۵۶/۱۸^{Ba}	۱/۵۰±۵۴/۶۳^{Ba}	۱/۵۸±۴۹/۶۰^{Bb}
T3	۱/۰۷±۶۱/۱۶^{Aa}	۱/۴۶±۶۰/۶۱^{Aa}	۱/۱۸±۵۳/۲۰^{Ab}
T4	۰/۷۳±۱۱/۹۷^{Ea}	۱/۵۴±۱۱/۹۲^{Ea}	۰/۳۹±۱۰/۲۷^{Ea}
T5	۰/۷۸±۴۱/۴۴^{Da}	۱/۴۶±۳۸/۸۱^{Dab}	۲/۰۵±۳۷/۳۰^{Db}
T6	۰/۳۰±۵/۷۰^{Fa}	۱/۲۰±۵/۰۷^{Fa}	۰/۲۸±۴/۸۲^{Fa}

*حروف متفاوت کوچک لاتین بیانگر وجود اختلاف معنی داری ($p<0/05$) بین ستون های مختلف است /

*حروف متفاوت بزرگ لاتین بیانگر وجود اختلاف معنی داری ($p<0/05$) بین ردیف مختلف است/

نمونه‌های ماست حاوی عصارهٔ آبی ریشه گیاه جغجغه (T1:۰/۰۱٪، T2:۰/۰۳٪ ، T3:۰/۰۵٪) و لوتئولین (T4:۰/۰۰۵٪، T5:۰/۰۱٪) و شاهد (T6)

تغییرات قابلیت زنده‌مانی باکتری‌های آغازگر ماست

بعد از یک‌روز نگهداری، تعداد باکتری‌های *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* در تمامی نمونه‌ها logcfu/ml ۹-۱۱ بود (جدول ۵) و پس‌از ذخیره‌سازی به‌مدت ۱۵ روز در محدودهٔ logcfu/ml ۹-۱۰ مشاهده شد. در مراحل اولیهٔ سردخانه‌گذاری، تعداد *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* در T1 بیشتر بود تا در شاهد ($p<0.05$). طی این مرحله از سردخانه‌گذاری، تعداد *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* به ترتیب در T5 و T4 کمتر مشاهده گردید تا در سایر تیمارها ($p<0.05$)؛ در T5 برابر logcfu/ml ۹/۰۵، و در T4 برابر با logcfu/ml ۹/۳۰ بود. احتمال می‌رود این اختلاف معنادار ناشی از اثر بازدارندگی بیشتر محلول لوتئولین خالص نسبت به عصارهٔ آبی ریشهٔ گیاه جغجغه باشد. کاهش *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* در دورهٔ ماندگاری در تیمار شاهد و T1 محسوس‌تر بود. کاهش زنده‌مانی *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* طی نگهداری را می‌توان به تجمع اسیدهای آلی و فراورده‌های تولید شده توسط فعالیت باکتریایی مانند پراکسید هیدروژن نسبت داد (Shori, 2013).

بعداز یک‌روز نگهداری، تعداد باکتری‌های *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* در تمامی نمونه‌ها logcfu/ml ۳-۴ بود (جدول ۶) و پس‌از ذخیره‌سازی به‌مدت ۱۵ روز در محدودهٔ logcfu/ml ۳-۵ مشاهده شد. در مراحل اولیه سردخانه‌گذاری، قابلیت زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* در T2، T3 و T4 بیشتر بود تا در شاهد ($p<0.05$). پس از هفت روز نگهداری، تعداد *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* در تیمارهای مختلف افزایش یافت؛ اما این افزایش در T2 نسبت به سایر تیمارها مشهودتر بود ($p<0.05$). طی هفتهٔ دوم سردخانه‌گذاری، تعداد باکتری‌های باسیل رو به افزایش گذاشت که در این میان، بالاترین تعداد باکتری مربوط به تیمارهایی است که به‌ترتیب حاوی ۰/۰۱ درصد و ۰/۰۳ درصد عصارهٔ آبی ریشهٔ گیاه جغجغه بودند. در این مرحله، احتمالاً به‌دلیل تأثیر مثبت عصاره بر بهینه کردن شرایط محیط، وضعیت برای ادامه فعالیت باکتری‌های باسیلی فراهم می‌شود. نتایج بررسی ها بیانگر تغییر نسبت کوکوس ها به باسیل و افزایش نسبت باکتری‌های لاکتوباسیلوس است که به افزایش اسیدیته ماست می‌انجامد (Walstra *et al.*, 2006).

به طور کلی وجود عصارهٔ آبی ریشهٔ جغجغه، تعداد باکتری‌های آغازگر ماست را در قیاس با نمونهٔ شاهد افزایش داد. مطابق با نتایج حاضر، (Shori, A. B. 2013) نیز گزارش کرد که افزودن سویا به شیر گاو، زنده‌مانی باکتری‌های آغازگر را در ماست تولیدی افزایش می دهد. (Jeong, C. H., 2018) اثر پری‌بیوتیکی پودر چای سبز را بر باکتری‌های لاکتیکی طی گرمخانه گذاری تأیید کردند. (Cho, W. Y., *et al.*, 2020) گزارش کردند که میان کاهش باکتری‌های لاکتیکی در نمونه‌های ماست حاوی عصارهٔ برگ زیتون و نمونهٔ شاهد در دورهٔ نگهداری در سردخانه (با وجود اثرهای ضدمیکروبی عصارهٔ برگ زیتون) تفاوت معنی داری وجود ندارد.

جدول ۵- مقادیر قابلیت زنده‌مانی استرپتوکوکوس ترموفیلوس (logcfu/ml) در نمونه‌های ماست قالبی حاوی عصارۀآبی ریشۀ گیاه جغجغه و لوتئولین طی نگهداری در دمای ٤ درجه سلسیوس* (میانگین± انحراف معیار)

روز تیمار	۱	۷	۱۵
T1	۱۱/۵۸±۰/۰۲^{Aa}	۱۱/۵۵±۰/۰۱^{Aa}	۱۰/۴۴±۰/۰۴^{Bb}
T2	۱۰/۰۴±۰/۰۴^{Da}	۱۰/۰۷±۰/۰۹^{Ca}	۱۰/۰۵±۰/۰۳^{Ca}
T3	۱۰/۶۰±۰/۰۳^{Ba}	۱۰/۶۰±۰/۰۳^{Ba}	۱۰/۶۰±۰/۰۳^{Aa}
T4	۹/۳۰±۰/۰۲^{Ea}	۹/۳۸±۰/۰۴^{Ea}	۹/۲۱±۰/۰۴^{Db}
T5	۹/۰۵±۰/۰۶^{Fa}	۹/۰۱±۰/۰۲^{Fa}	۹/۰۳±۰/۰۵^{Ea}
T6	۱۰/۱۶±۰/۰۵^{Ca}	۹/۹۰±۰/۰۴^{Db}	۹/۲۷±۰/۰۲^{Dc}

*حروف متفاوت کوچک لاتین بیانگر وجود اختلاف معنی داری ($p<0/05$) بین ستون های مختلف است /

*حروف متفاوت بزرگ لاتین بیانگر وجود اختلاف معنی داری ($p<0/05$) بین ردیف مختلف است/

نمونه‌های ماست حاوی عصارۀ آبی ریشه گیاه جغجغه (T1:۰/۰۱٪، T2:۰/۰۳٪ ، T3:۰/۰۵٪) و لوتئولین (T4:۰/۰۰۵٪، T5:۰/۰۱٪) و شاهد (T6)

جدول ٦- قابلیت زنده‌مانی لاکتوباسیلوس بولگاریکوس (logcfu/ml) در نمونه‌های ماست قالبی حاوی عصارۀ آبی ریشۀ گیاه جغجغه و لوتئولین طی نگهداری در دمای ٤ درجه سلسیوس* (میانگین± انحراف معیار)

روز تیمار	۱	۷	۱۵
T1	۳/۰۳±۰/۰۵^{Bc}	۳/۵۹±۰/۰۲^{Cb}	۵/۲۸±۰/۰۹^{Aa}
T2	۳/۴۸±۰/۰۳^{Ac}	۴/۴۸±۰/۰۲^{Ab}	۴/۹۲±۰/۰۱^{Ba}
T3	۳/۴۷±۰/۰۲^{Ac}	۳/۷۸±۰/۰۱^{Bb}	۳/۹۷±۰/۰۲^{Da}
T4	۳/۴۶±۰/۰۳^{Ac}	۳/۸۴±۰/۰۱^{Bb}	۴/۰۸±۰/۰۸^{Ca}
T5	۳/۰۴±۰/۰۴^{Bc}	۳/۲۳±۰/۰۶^{Fb}	۴/۰۵±۰/۰۶^{CDa}
T6	۳/۰۳±۰/۰۵^{Bc}	۳/۴۷±۰/۰۲^{Db}	۴/۰۵±۰/۰۶^{CDa}

*حروف متفاوت کوچک لاتین بیانگر وجود اختلاف معنی داری ($p<0/05$) بین ستون های مختلف است /

*حروف متفاوت بزرگ لاتین بیانگر وجود اختلاف معنی داری ($p<0/05$) بین ردیف مختلف است/

نمونه‌های ماست حاوی عصارۀ آبی ریشه گیاه جغجغه (T1:۰/۰۱٪، T2:۰/۰۳٪ ، T3:۰/۰۵٪) و لوتئولین (T4:۰/۰۰۵٪، T5:۰/۰۱٪) و شاهد (T6)

تغییرات پذیرش کلی (آزمون حسی)

بعد از هفتۀ اول سردخانه‌گذاری و تا پایان هفتۀ دوم نگهداری (جدول ۷)، امتیاز پذیرش کلی تیمارها نسبت به نمونۀ شاهد کاهش یافت ($p<0.05$). بعد از روز اول سردخانه‌گذاری، امتیازات پذیرش کلی T3، T4 و T5 کاهش یافت. در بین تیمارهای مختلف، تنها T1 و تا حدودی T2، بیشترین مطلوبیت و نزدیکی امتیاز پذیرش کلی را به نمونۀ شاهد داشتند که علت را می‌توان به کمتر بودن ترکیبات مولد طعم و رنگ نامطلوب، داشتن ویسکوزیتۀ مناسب و آب‌اندازی مطلوب، نسبت به دیگر تیمار حاوی عصارۀ آبی ریشۀ گیاه جغجغه و تیمارهای حاوی محلول لوتئولین، نسبت داد. لازم است یادآوری شود که T3 به‌دلیل غلظت بالای عصاره و در نتیجه دارا بودن بالاترین ترکیبات مولدرنگ، طعم و رنگ آن، چندان مقبول نبود و T4 و T5 که حاوی لوتئولین بودند، طعم و بوی آنها چندان پذیرفتنی نبود (داده‌های منتشر نشده). رنگ عصارۀ آبی ریشۀ گیاه جغجغه متمایل به قرمز و رنگ محلول لوتئولین متمایل به زرد است از این رو بالاترین مطلوبیت و نزدیکی رنگ به نمونۀ شاهد به‌ترتیب به تیمارهای T1 و T2 اختصاص داشت که احتمالاً به‌دلیل غلظت کمتر عصارۀ ریشۀ گیاه جغجغه در این تیمارهاست. لوتئولین ترکیب اصلی این‌عصاره است و جزء فلاوونوئیدها محسوب می‌شود از این رو احتمال می‌رود غلظت آن در عصاره‌های حاوی ۰/۰۱ درصد و ۰/۰۳ درصد از ریشۀ گیاه جغجغه کمتر از مقدار خالص آن در T4 و T5 باشد؛ به همین دلیل این تیمارها مطلوبیت بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشتند.

جدول ۷- مقادیر پذیرش‌کلی (آزمون حسی) در نمونه‌های ماست قالبی حاوی عصارهٔ آبی ریشهٔ گیاه‌جغجغه و لوتئولین طی نگهداری در دمای ٤ درجه سلسیوس* (میانگین± انحراف معیار)

روز تیمار	۱	۷	۱۵
T1	۴/۰۰±۰/۵۳^{ABa}	۳/۷۱±۰/۴۹^{Bab}	۳/۵۷±۰/۰۰^{BCb}
T2	۳/۷۱±۰/۸۲^{Ba}	۳/۵۷±۰/۶۹^{Bab}	۳/۲۹±۰/۴۹^{CDb}
T3	۴/۱۴±۰/۷۶^{Aa}	۳/۰۰±۰/۰۰^{Cb}	۳/۰۰±۰/۴۹^{Db}
T4	۳/۸۶±۰/۶۹^{ABa}	۳/۰۰±۰/۵۸^{Cb}	۳/۰۰±۰/۵۸^{Db}
T5	۴/۰۰±۰/۶۹^{ABa}	۳/۰۰±۰/۳۸^{Cb}	۳/۰۰±۰/۳۸^{Db}
T6	۴/۱۴±۰/۷۹^{Aa}	۴/۱۴±۰/۴۹^{Aa}	۴/۲۹±۰/۵۳^{Aa}

*حروف متفاوت کوچک لاتین بیانگر وجود اختلاف معنی داری ($p<0/05$) بین ستون های مختلف است /

*حروف متفاوت بزرگ لاتین بیانگر وجود اختلاف معنی داری ($p<0/05$) بین ردیف مختلف است/

نمونه‌های ماست حاوی عصارهٔ آبی ریشه گیاه جغجغه (T1:٪۰/۰۱، T2:٪۰/۰۳ ، T3:٪۰/۰۵) و لوتئولین (T4:٪۰/۰۰۵، T5:٪۰/۰۱) و شاهد (T6)

نتیجه‌گیری

بررسی فعالیت ضداکسیدانی و ویژگی‌های کیفی ماست حاوی عصارهٔ آبی ریشهٔ گیاه جغجغه (۰/۰۱، ۰/۰۳ و ۰/۰۵ درصد) و محلول لوتئولین (۰/۰۰۵ و ۰/۰۱ درصد وزنی/حجمی) طی نگهداری ۱۵ روزه در دمای ۴ درجه سلسیوس نشان داد که غنی‌سازی ماست، تغییرات معناداری را در اسیدیته، فعالیت ضداکسیدانی و آب‌اندازی موجب می شود ($p<0.05$). هم‌چنین مشاهده شد که عصارهٔ آبی ریشهٔ گیاه جغجغه، زنده‌مانی باکتری‌های آغازگر ماست را بهبود می بخشد. علاوه بر این، فعالیت ضداکسیدانی نمونه‌های ماست حاوی عصارهٔ آبی ریشهٔ گیاه جغجغه و محلول خالص لوتئولین بالاتر از فعالیت ضداکسیدانی نمونهٔ شاهد در دورهٔ نگهداری بود. در مورد ارزیابی حسی، T1 بیشترین مشابهت را از لحاظ امتیاز پذیرش کلی به نمونهٔ شاهد داشت و به عنوان تیمار برتر انتخاب گردید.

در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که ریشهٔ گیاه جغجغه فراورده ای طبیعی با ویژگی های تغذیه‌ای و درمانی است و بنابراین، کاربرد عصارهٔ ریشهٔ گیاه جغجغه به عنوان یک جزء غذایی فراسودمند (سلامتی بخش) برای بهبود ویژگی‌های سلامتی بخش ماست توصیه می‌شود. باتوجه به وجود ترکیبات فرار موجود در عصارهٔ آبی ریشهٔ گیاه جغجغه، برای جلوگیری از بد طعمی و بوی نامطلوب در محصول نهایی می‌توان این عصاره را همراه با ترکیبات پوشاننده عطر و طعم به‌کاربرد یا از تکنیک ریزپوشانی استفاده کرد. رنگ عصارهٔ آبی ریشهٔ گیاه جغجغه متمایل به قرمز است و از این رو کاربرد این عصاره همراه با ترکیبات پوشانندهٔ رنگ یا در محصولاتی که رنگ قرمز در آنها مطلوب است (مثل بستنی، برخی آب‌میوه‌ها، محصولات گوشتی یا برخی روغن‌های گیاهی) پیشنهاد می‌شود.

قدردانی

نگارندگان مقاله از مرکز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه علوم پزشکی ایلام، آزمایشگاه تغذیه دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام، شرکت صنایع شیر ایلام زاگرس و شرکت فرآورده‌های لبنی بهار دالاهو سپاسگزارند که امکانات لازم را برای اجرای این پژوهش در اختیار گذاشته اند.

تعارض منافع

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

مراجع

Al. Otaibi, El. and Demerdash, H. 2008. Improvement of the quality and shelf life of concentrated yoghurt (labneh) by the addition of some essential oils. African Journal of Microbiology Research. 2(7): 156-161.

Alenisan, M. A., Alqattan, H. A., Tolbah, L. S. and Shori, A. B. 2017. Antioxidant properties of dairy products fortified with natural additives: A review. Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences, 24, 101-106.

Amal, B. and Shori, B. 2013. Antioxidant activity and viability of lactic acid bacteria in soybean-yoghurt made from cow and camel. Journal of Taibab University for Science 27, 114-121.

Arai, Y., Watanabe, S., Kimira, M., Shimoi, K., Mochizuki, R. and Kinae, N. 2000. Dietary intakes of flavonols, flavones and isoflavones by Japanese women and the inverse correlation between quercetin intake and plasma LDL cholesterol concentration. Journal of Nutrition 103(9): 2243-50.

Arts, M., Haenen, G., Wilms, L., Beetstra, S., Heijne, C., Voss, H. and Bast, A. 2002. Interactions between flavonoids and proteins: Effect on the total antioxidant capacity. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 50(5): 1184–1187.

Asadolahi, K., Abbasi, N. and Afshar, N. 2010. Investigation of the effects of *Prosopis farcta* plant extract on rat's aorta. Journal of Medicinal Plants Research. 4(2): 142-147.

Bae, E. A., Han M. J., Lee, M. and Kim, D. H. 2000. In vitro inhibitory effect of some flavonoids on rotavirus infectivity. Biological and Pharmaceutical Bulletin. 23(9): 1122-1126.

Bakirci, I. and Kavaz, A. 2008. An investigation of some properties of banana yogurts made with commercial ABT-2 starter culture during storage. International Journal of Dairy Technology. 61 (3): 270-276.

Bano, P., Abdullah, M., Nadeem, M. and Babar, M. E. (2011). Preparation of functional yoghurt from sheep and goat milk blends. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 48 (3), 211-215.

Bchir, B., Bouaziz, M. A., Blecker, C. and Attia, H. 2019. Physico-Chemical, antioxidant activities, textural, and sensory properties of yoghurt fortified with different states and rates of pomegranate seeds (*Punica granatum* L.). Journal of Texture Studies. 51(3):475-487.

Ben Lajnef, H., Mejri, H., Feriani, A., Khemiri, SH., Saadaoui, E.,·Nasri, N. and·Tlili, N. 2015. *Prosopis farcta* Seeds: Potential Source of Protein and Unsaturated Fatty Acids? Journal of the American Oil Chemists' Society. 92(7): 1043-1050

Cho, W. Y., Kim, D. H., Lee, H. J., Yeon, S. J. and Lee, C H. 2020. Quality characteristic and antioxidant activity of yogurt containing olive leaf hot water extract. CyTA – Journal of Food. 18 (1): 43-50.

Cinbas, A. and Yazici, F. 2008. Effect of the addition of bluberries on selected physicochemical and sensory properties of yoghurts. Food Technology and Biotechnology. 46(4): 434-441.

Cossu, M., Juliano, C., Pisu, R. and Alammani, M.C. 2008. Effects of supplementation with vegetable extracts on physicochemical antioxidant and microbiological properties of yogurts. VWR International S.R.I, 30, 699-717.

Farboodniay-Jahromi, M. A., Etemadfard, H. and Zebarjad, Z. 2018. Antimicrobial and Antioxidant Characteristics of Volatile Components and Ethanolic Fruit Extract of *Prosopis farcta* (Bank & Soland.). Trends in Pharmaceutical Sciences. 4 (3): 177-186.

Fennema, O. R. 1996. Food Chemistry. Marcrel Dekker Inc. New Yourk.

Felker, P., Takeokat, G. and Dao L. 2013. Pod Mesocarp Flour of North and South American Species of Leguminous Tree Prosopis (Mesquite): Composition and Food Applications. Food Reviews International. 29(1): 49–66.

Gulalp, B. and Karcioglu, O. 2008. The first report of *Prosopis farcta* ingestion in children. International Journal of Clinical Practice. 62 (5): 829-830.

Harzallah-Skhiri F., Jannet H., Hammami S. and Mighri Z. 2006. Variation of volatile compounds in two *Prosopis farcta* Eig. Fabales, Fabaceae=leguminosae populations. Flavour and Fragrance Journal. 21(3): 484-487.

Helal, A. and Tagliazucchi, D. 2018. Impact of in-vitro gastro-pancreatic digestion on polyphenols and cinnamaldehyde bioaccessibility and antioxidant activity in stirred cinnamon-fortified yogurt. LWT-Food Science and Technology, 89, 164-170.

Hertog, M. G., Feskens, E. J., Hollman, P. C., Katan, M. B. and Kromhout, D. 1993. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease. The Lancet, 342, 1007-1011.

Heydari, M., Sarir, H., Ghiasi, S. E. and Farhangfar, H. 2018. Effects of *Prosopis farcta* fruit hydroalcoholic extract on serum concentrations of glucose and lipids in insulin resistance model of rats. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences, 20 (1): e13498.

ISIRI. 2006. ISIRI 2852. Milk and Milk products. Determination of pH and acidity. ISIRI. Karaj, Iran. (In Persian).

ISIRI. 2005. ISIRI 7714. Standard of Yogurt –Enumeration of characteristic microorganisms – Colony count technique at 37-degree C. ISIRI. Karaj, Iran. (In Persian)

Jeong, C. H., Ryu, H., Zhang, T., Lee, C.H., Seo, H.G. and Han, S.G. 2018. Green tea powder supplementation enhances fermentation and antioxidant activity of set-type yogurt. Food Science and Biotechnology. 27 (5): 1419-1427.

Jozve-Zargarabadi, E., Fadaei-Noghani, V. and Fallah Huseini, H. 2020. Viability of starter bacteria and anti-Oxidative activity of a functional yogurt containing silybum marianum seed extract. Applied Food Biotechnoogyl. 7(3): 135-142.

Kamali, S. H., Esmaeilzadeh Bahabadi, S., Miri, H. R., Hajinezhad, M. and Dahmarde, F. (2014). The Effect of Hydroalcoholic leaf Extract of *Prosopis farcta* on Blood Glucose in Diabetic Rats. Scientific Quarterly of Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences. 2 (2): 14-19. (In Persian)

Kim, D. H., Cho, W. Y., Yeon, S. J., Choi, S. H. and Lee, C. H. 2019. Effects of Lotus (*Nelumbo nucifera*) leaf on quality and antioxidant activity of yogurt during refrigerated storage. Korean Journal for Food Science of Animal Resources. 39 (5): 792-803.

Korkina, L. G. and Afansasev, I. B. 1997. Antioxidant and chelating properties of flavonoids. Advances in Pharmacology. 38, 151-156.

Falade, K. O., Ogundele, O. M., Ogunshe, A. O., Fayemi, O. E. and Ocloo, F.C.K. (2015). Physico-chemical, sensory and microbiological characteristics of plain yoghurt from bambara groundnut (*Vigna subterranea*) and soybeans (*Glycine max*). Journal of Food Science and Technology. 52(9): 5858–5865.

Kurhekar, J. V. 2016. Tannins – antimicrobial Chemical components. International Journal of Technology and Science, IX (3), 5-9.

Lee, W. J. and Lucey, J. A. 2004. Rheological properties, whey separation, and microstructure in set-style yogurt: Effects of heating temperature and incubation temperature. Journal of Texture Studies. 34(5-6): 515-536.

Liu, D. and Lv, X. X. 2019. Effect of blueberry flower pulp on sensory, physicochemical properties, lactic acid bacteria, and antioxidant activity of set-type yogurt during refrigeration. Journal of Food Processing and Preservation 43(5): p.e13928.

Maisetta, G., Batoni, G., Caboni, P., Esin, S., Rinaldi, A. C. and Zucca, P. 2019. Tannin profile, antioxidant properties, andantimicrobial activity of extracts from two Mediterranean species of parasitic plant Cytinus. BMC Complementary and Alternative Medicine. 19 (82): 1-11.

Mazaheri Tehrani, M., Razavi, M. and Talakar, H. 2008. The Effect of addition milk solid non fat and calcium chloird on physicochemical and sensory properties of concentrated yoghurt. Iranian Food Science and Technology Research Journal. 3 (2): 48-57. (In Persian)

Miri, A., Sarani, M., Bazaz, R. and Darroudi, M. 2015. Plant-mediated biosynthesis of silver nanoparticles using *Prosopis farcta* extract and its antibacterial properties. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 141, 287-291.

Miri, A., Darroudi, M., Entezari, R. and Sarani, M. 2018. Biosynthesis of gold nanoparticles using *Prosopis farcta* extract and its in vitro toxicity on colon cancer cells. Research on Chemical Intermediates. 44(5): 3169–3177.

Muniandy, P., Shori, A. B. and Baba, A. S. (2016). Influence of green, white and black tea addition on the antioxidant activity of probiotic yogurt during refrigerated storage. Food Packaging and Shelf Life, 8, 1–8.

Mustafa, K. H., Maulud, S. Q. and Hamad, P. A. 2017. Detection of *Sphingomonas paucimobilis* and antibacterial activity of *Prosopis farcta* extracts on it. Karbala International Journal of Modern Science 41(1):100-106.

Nakhaei-Moghadam, M., Mahdavi-Shahri, N. and Khayatzadeh, J. 1998. Investigating the effectiveness of the ointment obtained from the mixture of animal butter and *Prosopis farcta* fruit pod powder on the rattlesnake of the skin wound on the rat. Journal of Bio-Sciences. 2 (4): 7-9. (In Persian).

Noroozi, R. Sadeghi. E., Yousefi, H., Taheri, M., Sarabi, P., Dowati, A., Ayatallahi, S. A., Noroozi, R. and Ghafouri-Fard, S. 2019. Wound healing features of Prosopis farcta: in vitro evaluation of antibacterial, antioxidant, proliferative and angiogenic properties. Gene Reports. 17, 1-9.

Oksuz, T., Tacer-Caba, Z., Nilufer-Erdil, D. and Boyacioglu, D. 2019. Changes in bioavailability of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) phenolics and anthocyanins when consumed with dairy food matrices. Journal of Food Science and Technology. 56 (9): 4177-4188.

Omidi, A., Ansari nik, H. and Ghazaghi, M. 2013. *Prosopis farcta* beans increase HDL cholesterol and decrease LDL cholesterol in ostriches (*Struthio comelus*). Tropical Animal Health and Production. 45(2): 431-434.

Ozdal, T., Capanoglu, E. and Altay F. 2013. A review on protein–phenolic interactions and associated changes. Food Research International. 51 (2): 954–970.

Papastoyiannidis, G., Polychroniadou, A., Michaelidou, A.M. and Alichanidis, E. 2006. Fermented milks fortified with B-group vitamins: vitamin stability and effect on resulting products. Food science and technology international. 12(6): 521-529.

Ranjbar-Heidari, A., Khaiatzadeh, J., Mahdavi, N. and Tehranpoor, M. 2011. Skin wound healing treated with powderfruit and root aqueous extract of *Prosopis farcta* on diabetic rat. Zahedan Journal of Research in Medical Science. 13 (7): 43-48. (In Persian)

Saad, A.M., Ghareeb, M.A., Abdel-Aziz, M.S., Madkour, H.M.F., Khalaf, O.M., El-Ziaty, A.K. and Abdel-Mogib, M. 2017. Chemical constituents and biological activities of different solvent extracts of Prosopis farcta growing in Egypt. Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy. 9(5): 67-76.

Saidi, M. R., Farzaei, M. H., Miraghaee, SH., Babaei, A., Mohammadi, B., Bahrami, M. T. and Bahrami, GH. R. 2016. Antihyperlipidemic Effect of Syrian Mesquite (Prosopis farcta) Root in High Cholesterol Diet–Fed Rabbits. Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine. 21(4): NP62-NP66.

Salari, S., Esmaeilzadeh-Bahabadi, S., Samzadeh-Kermani, A. and Yosefzaei, F. (2019). In-vitro Evaluation of Antioxidant and Antibacterial Potential of Green Synthesized Silver

Nanoparticles Using *Prosopis farcta* Fruit Extract. Iranian Journal of Pharmaceutical Research. 18 (1): 430-445.

Salwa, A. A., Galal, E. A. and Elwa, N. A. 2004. Carrot yoghurt: sensory, chemical, microbiological properties and consumer acceptance. Pakistan Journal of Nutrition. 3(6): 322-330.

Sánchez-Bravo, P., Zapata, P., Martínez-Esplá, A., Carbonell-Barrachina, A. and Sendra, E. 2018. Antioxidant and Anthocyanin Content in Fermented Milks with Sweet Cherry is Affected by the Starter Culture and the Ripening Stage of the Cherry. Beverages. 4 (3): 57-69.

Scalbert, A. 1991. Antimicrobial properties of tannins. Phytochemistry. 30 (12): 3875-3883.

Shahbazi, Y. and Shavisi, N. 2019. Effect of methanolic *Prosopis farcta* extract on storage stabilization of canola oil. Journal of Food Science and Technology. 56(1): 420-427.

Shori, A. B. 2013. Antioxidant activity and viability of lactic acid bacteria in soybean-yogurt made from cow and camel milk. Journal of Taibah Univercity for Science. 7(4): 202-208.

Shori, A. B. and Baba, A. S. 2011. Cinnamomum verum improved the functional properties of bioyoghurts made from camel and cow milks. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 10(2): 101-107.

Sung, S. H, Kim, K. H., Jeon, B. T., Cheong, S. H., Park, J. H., Kim, D. H., Kweon, H. J. and HoMoon, S. 2012. Antibacterial and antioxidant activities of tannins extracted from agricultural by-products. Journal of Medicinal Plants Research. 6 (15): 3072-3079.

Supavititpatana, P., Wirjantoro, T. I. and Raviyan, P., 2010. Characteristics and shelf-life of corn milk yogurt. Journal of Natural Science. 9(1): 133-147.

Tamime, A. Y., Barantes, E. and Sword, A. M. 1996. The effect of starch-based fat substitutes on the microstructure of set-style yogurt made from reconstituted skimmed milk powder. Journal of the Society of Dairy Technology. 1 (49): 235-245.

Tarakci, Z. 2010. Influence of Kiwi marmalade on the Rheology characteristics, color values and sensorial acceptability of fruit yogurt. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergis. 16 (2): 173-178.

Trigueros, L., Wojdyło, A. and Sendra, E. 2014. Antioxidant activity and protein–polyphenol interactions in a pomegranate (*Punica granatum* L.) yogurt. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 62 (27): 6417-6425.

Walstra, P., Wouters, J. and Geurts, T. 2006. Dairy Science and Technology. CRC Press. New York.

Zamberlin, Š., Mio, Q B. and Samaržija, D. 2011. Influence of yoghurt cultures on some chemical parameters of sheep's milk yoghurt during storage. In Proceedings. 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture Opatija, Croatia, 908-911.

Zargari, A. 1991. Pharmacological Plants. Tehran University. Tehran. (In Persian).

Falade, K.O., Ogundele, O.M., Ogunshe, A.O., Fayemi, O.E. and Ocloo, F.C., 2015. Physico-chemical, sensory and microbiological characteristics of plain yoghurt from Bambara groundnut (*Vigna subterranea*) and soybeans (*Glycine max*). Journal of food science and technology. 52(9): 5858-5865.

Food Engineering Research/Vol.20/No.70/Spring & Summer 2020/P: 123-140

Journal Home page: https://fooder.areeo.ac.ir/

Original Research

The Comparative Effect of Aquatic Extract of *Prosopis Farcta* Root and Luteolin on Antioxidative Activity and Viability of Starter Bacteria of Yogurt

M. Kohzadiyan and V. Fadaei-Noghani*

* Corresponding Author: Associated professor, Department of Food Science & Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: vn.fadaei@gmail.com
Received: 11 July 2020, Accepted: 11 January 2022
http://doi: 10.22092/fooder.2022.343631.1278 21

Abstract

Prosopis farcta is a kind of subaltern silk flowers that due to its healthful effects and its use in the prevention of chronic diseases, this plant can be used as a natural and safe food additive. Main component and major constituent of this plant root is luteolin which is a flavonoid. The objective of this research was to determine the antioxidant and quality characteristics of set-yogurt samples containing aquatic extract of *prosopis farcta* root (T1: 0.01, T2: 0.03 and T3: 0.05%v/v) and luteolin (T4: 0.005 and T5: 0.01%v/v) stored at 4°C for 15 days. After storage, the starter bacteria count in yogur samples containing aquatic extract of *prosopis farcta* root was more than that in yogur samples containing luteolin and control ($p< 0.01$). DPPH radical scavenging activity increased upon increasing the content of the aquatic extract of *prosopis farcta* root and lutelin. In sensory evaluations, T1 gave the highest overall acceptability score (after control) among the experimental groups. The results of this study thereby demonstrate that aquatic extract of *prosopis farcta* root can be used to improve the antioxidant capacity of set-yogurt.

Key words: Antioxidant activity, Luteolin**,** *Prosopis farcta* root, Functional yogurt.