ORIGINAL ARTICLE

Effect of Bitter Almond Gum (Amygdalus scoparia Spach) on the Survival of Lactobacillus acidophilus La5 in Tomato Juice during Refrigeration Storage and Exposure to Simulated Gastric Juice

Asma Rasekhi Kazeruni[1],
Ebrahim Hosseini[2]

[1] MSc in Food Science and Technology, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Yasuj Branch, Yasuj, Iran
[2] Assistant Professor, Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Kazerun Branch, Kazerun, Iran

(Received July 1, 2016; Accepted October 22, 2016)

Abstract

Background and purpose: Traditionally, probiotics are extensively incorporated into fermented dairy products. Dairy products could cause two major problems including allergy to milk protein and lactose intolerance, which ultimately lead to limited consumption of these foods. Today, fruit or vegetable drinks are ideal sources of probiotics for consumers. In this study, we investigated the possibility of probiotic tomato juice production through fermentation by *Lactobacillus acidophilus* La5 and presence of whole or soluble phase of bitter almond gum as prebiotic. In addition, the viability of probiotic cells in this non-dairy drink and their resistance to simulated gastric digestion were assessed.

Materials and methods: The viability of *Lactobacillus acidophilus* La5 in five tomato juice mixtures, including tomato juice containing 0.5 and 1% (w/v) soluble phase of bitter almond gum (SBAG), as well as 0.5 and 1% (w/v) whole bitter almond gum (WBAG), and tomato juice without gum (as control), was assessed during 48 h of fermentation (at 37°C) and 14 days of refrigeration (at 4°C). All the samples were stored at 4°C for seven days and then exposed to simulated gastric juice (SGJ) for 90 min.

Results: Compared to other juices, the highest survival rate of *Lactobacillus acidophilus* La5 was observed in fermented tomato juice containing 1% SBAG. Moreover, SBAG exhibited more prebiotic effects compared to WBAG. Tomato juice formulation as a probiotic product caused no undesirable sensory effect on the final product.

Conclusion: According to this study, SBAG increased the viability of *Lactobacillus acidophilus* La5 and could be used as a suitable prebiotic to prepare fermented tomato juice.

Keywords: *Amygdalus scoparia Spach*, bitter almond gum, *Lactobacillus acidophilus* La5, simulated gastric juice, tomato juice

J Mazandaran Univ Med Sci 2017; 27(147): 75-86 (Persian).

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و هفتم شماره ۱۴۷ فروردین سال ۱۳۹۶ (۸۶-۷۵)

تأثیر صمغ بادام‌کوهی [*Amygdalus scoparia Spach*] بر زنده‌مانی *Lactobacillus acidophilus* La5 در آب گوجه‌فرنگی، در طول نگهداری در یخچال و قرار گرفتن در معرض سیستم شبیه‌سازی‌شده شیره گوارشی

اسما راسخی کازرونی [1]
ابراهیم حسینی [2]

چکیده

سابقه و هدف: به‌طور سنتی، پروبیوتیک‌ها به‌صورت گسترده به فرآورده‌های لبنی افزوده می‌شوند. دو مشکل عمده محصولات لبنی، حساسیت به پروتئین شیر و تحمل‌نکردن لاکتوز می‌باشد که مصرف آن را محدود کرده است. امروزه نوشیدنی‌هایی بر پایه آب‌میوه یا سبزی می‌توانند بستر مناسبی برای رساندن پروبیوتیک‌ها به مصرف‌کننده باشند. در این مطالعه، امکان تولید نوشیدنی آب گوجه‌فرنگی پروبیوتیک به‌وسیله تخمیر، توسط باکتری پروبیوتیک *Lactobacillus acidophilus* La5 و در حضور صمغ کامل یا فاز محلول صمغ بادام‌کوهی (SBAG) به‌عنوان پری‌بیوتیک، بررسی شد. درادامه، زنده‌مانی سلول‌های پروبیوتیک در این نوشیدنی غیرلبنی و مقاومت آن‌ها نسبت به شرایط شبیه‌سازی‌شده شیره گوارشی، ارزیابی گردید.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، زنده‌مانی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La5 در پنج تیمار آب گوجه‌فرنگی حاوی مقادیر ۰/۵ و ۱ درصد (w/v) فاز محلول صمغ بادام‌کوهی، آب گوجه‌فرنگی حاوی مقادیر ۰/۵ و ۱ درصد (w/v) صمغ کامل بادام‌کوهی (WBAG)، آب گوجه‌فرنگی (به‌عنوان کنترل) در طول ۴۸ ساعت تخمیر (۳۷ درجه سانتی‌گراد) و ۱۴ روز نگهداری در یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) ارزیابی شدند. همه نمونه‌ها پس از ۷ روز نگهداری در یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۹۰ دقیقه در معرض شیره شبیه‌سازی‌شده گوارشی (SGJ) قرار گرفتند.

یافته‌ها: نوشیدنی گوجه‌فرنگی حاوی ۱ درصد SBAG در مقایسه با دیگر تیمارها، تأثیر بیشتری بر زنده‌مانی سلول‌ها پس از قرارگرفتن در معرض SGJ داشت. همچنین، نمونه‌های حاوی فاز محلول صمغ بادام‌کوهی، اثر پری‌بیوتیکی بیشتری نسبت به صمغ کامل از خود نشان داد. استفاده از آب گوجه‌فرنگی برای تولید محصول پروبیوتیک، اثر حسی نامطلوبی را در محصول نهایی ایجاد نمی‌کند.

استنتاج: بنا بر نتایج به‌دست آمده، فاز محلول صمغ بادام‌کوهی سبب افزایش زنده‌مانی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La5 می‌شود و می‌تواند یک پروبیوتیک مناسب برای آب گوجه‌فرنگی پری‌بیوتیک باشد.

واژه‌های کلیدی: آب گوجه‌فرنگی، شیره گوارشی شبیه‌سازی‌شده، صمغ بادام‌کوهی، لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La5، *Amygdalus scoparia Spach*

مولف مسئول: ابراهیم حسینی– کازرون: دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده کشاورزی، گروه علوم و صنایع غذایی Email: ebihosseini@kau.ac.ir
۱. کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج، یاسوج، ایران
۲. استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کازرون، کازرون، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۴/۱۹ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۳۹۵/۵/۱۸ تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۸/۱

مقدمه

پروبیوتیک‌ها، مکمل‌های غذایی میکروبی زنده‌ای هستند که از طریق بهبود توازن میکروبی روده میزبان، تأثیرات سلامت‌بخش خود را ایفا می‌کنند (۱). طبق تعریف FAO/WHO در سال ۲۰۰۲، تعداد مورد نیاز باکتری‌های پروبیوتیک در هر گرم یا میلی‌لیتر غذا برای تأمین تأثیرات سلامت‌بخش بین $۱۰^{۹}$-$۱۰^{۶}$ پیشنهاد شده است (۲). دلیل زیادبودن این تعداد، از بین رفتن شمار زیادی از آن‌ها هنگام عبور از معده و روده کوچک و زنده‌مانی تعداد کم آن‌ها در ناحیه روده بزرگ برای تأمین این تأثیرات می‌باشد (۳). چالش اصلی پروبیوتیک‌ها هنگام عبور از مجرای گوارشی، به شرایط اسیدی حاکم بر محیط معده ارتباط دارد که تا حد زیادی متأثر از نوع غذای مورد استفاده برای انتقال پروبیوتیک‌ها می‌باشد (۴).

امروزه با افزایش تمایل افراد به رژیم‌های گیاهخواری و همچنین حساسیت برخی افراد نسبت به پروتئین‌های لبنی و عدم تحمل لاکتوز، توسعه محصولات غیرلبنی پروبیوتیک در دستور کار صنعت غذا قرار گرفته است. گوجه‌فرنگی و فرآورده‌های آن یکی از بسترهای مورد استفاده برای پروبیوتیک‌ها هستند. در بین فرآورده‌های گوجه‌فرنگی، نوشیدنی گوجه‌فرنگی محصول بسیار سودمندی است که در دهه اخیر مصرف آن استقبال خوبی داشته است. این نوشیدنی مانند خود گوجه‌فرنگی و حتی با شدت بیشتری نسبت به آن، حاوی انواع آنتی‌اکسیدان، ویتامین، فیبرهای رژیمی و ترکیبات معدنی و نیز فاقد لاکتوز و ترکیبات آلرژی‌زای شیر می‌باشد. همچنین، گوجه‌فرنگی حاوی مقادیر زیادی لیکوپن است که نقش بسیار مهمی در کاهش خطر بروز بیماری‌های قلبی-عروقی و سرطان پروستات دارد (۵). مشکل اصلی این نوشیدنی‌ها و سایر آب‌میوه‌ها و سبزی‌ها، دشواربودن زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها در طول تولید و نگهداری آن‌ها است (۶).

پری‌بیوتیک‌ها، کربوهیدرات‌های هضم‌نشدنی با وزن مولکولی نسبتاً پائینی هستند که کربن قابل‌تخمیر برای رشد ارگانیسم‌های پروبیوتیک در روده بزرگ را تأمین می‌کنند. این ترکیبات، بیشتر در منابع گوناگون گیاهی مانند دانه‌ها و تراوش‌های آن‌ها وجود دارند. با این وجود، تعدادی نیز منشأ میکروبی و جلبکی دارند. بسیاری از پروبیوتیک‌های گیاهی مانند بتاگلوکان‌های جو دوسر، به‌طور مستقیم و از طریق خوردن غذا و تعدادی نیز مانند اینولین، به‌صورت فیبرهای غذایی خالص می‌گردند و از طریق افزودن آن‌ها به غذا، وارد بدن می‌شوند (۷). در همه نقاط جهان از جمله ایران، گران‌بودن و دسترسی‌نداشتن راحت به پروبیوتیک‌های گیاهی، موجب جایگزین‌کردن آن‌ها با صمغ‌های کربوهیدراتی بومی با پتانسیل پری‌بیوتیک شده است (۸). صمغ بادام‌کوهی تلخ که به زودو، صمغ فارسی و یا شیرازی نیز معروف است، از تراوش‌های درخت بادام‌کوهی (*Amygdalus scoparia Spach*) از خانواده رزاسه است. درخت بادام‌کوهی به‌طور خودرو و وحشی در مناطق وسیعی از ایران مانند استان‌های فارس، کهکیلویه و بویراحمد و کرمان می‌روید و وجه مشخصه بارز این نوع بادام نسبت به بادام‌های معمولی، حضور ترکیب تلخ آمیگدالین در میوه آن می‌باشد. صمغ این درخت به رنگ‌های سفید، زرد و نارنجی است که نوع سفید آن، حاوی مقادیر بیشتری کربوهیدرات بوده (۹۸/۴ درصد) و به‌دلیل وزن مولکولی پایین‌تر، خواص پری‌بیوتیکی بیشتری دارد. این صمغ متشکل از دو بخش محلول و نامحلول در آب است که فاز محلول آن، وزن مولکولی پایین‌تری نسبت به فاز نامحلول دارد (۹،۱۰).

روش‌های گوناگونی برای افزایش بقای باکتری‌های پروبیوتیک در محیط‌های با pH پایین پیشنهاد شده است که حضور پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها در فرمولاسیون غذا و نوشیدنی‌ها، از مهم‌ترین آن‌ها هستند. این ترکیبات،

میکروب‌های پروبیوتیک را در مقابل استرس‌های اسیدی در محیط‌های با pH پایین مانند آب‌میوه یا سبزی و معده محافظت می‌کنند (۱۱). این تحقیق با هدف بررسی امکان پروبیوتیکی کردن آب گوجه‌فرنگی با باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس LA5 (*Lactobacillus acidophilus* La5) و بررسی اثر پری‌بیوتیکی و حفاظتی فاز محلول صمغ بادام‌کوهی (SBAG) بر زنده‌مانی این میکروب در آب گوجه‌فرنگی، در مدت نگهداری در یخچال و قرار گرفتن در معرض شیره گوارشی شبیه‌سازی‌شده (SGJ) صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

صمغ بادام‌کوهی به رنگ سفید از مناطق کوهستانی اطراف شهرستان کازرون در استان فارس جمع‌آوری گردید. صمغ‌ها به‌وسیله آسیاب (شرکت Agromatic AG-AQC، ساخت کشور آلمان)، پودر و از الک با اندازه مش ۶۰ (Damavand ASTME:1، ساخت کشور ایران) عبور داده شدند. برای جداکردن فاز محلول صمغ، سوسپانسیون‌های آبی ۱ درصد (w/v) از پودر صمغ تهیه و به‌منظور جذب کامل آب، به مدت یک‌شب در دمای یخچال قرار داده شدند. درادامه، سوسپانسیون صمغ با سرعت ۱۴۰۰۰rpm به مدت ۲۰ دقیقه، سانتریفیوژ (شرکت Kokosan H-200NR، ساخت کشور ژاپن) شده و فاز رویی و محلول آن جدا گردید. در پایان، فاز محلول به آون (شرکت Memert، ساخت کشور آلمان) منتقل و در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک شد.

آب گوجه‌فرنگی طبیعی (شرکت Sunich، ساخت کشور ایران)، ابتدا به ظروف شیشه‌ای غیرقابل نفوذ به نور، منتقل و با استفاده از صمغ کامل یا فاز محلول صمغ در غلظت‌های گوناگون ۰/۵ درصد و ۱ درصد (w/v) چهار تیمار: آب گوجه‌فرنگی حاوی ۰/۵ درصد (w/v) فاز محلول صمغ بادام‌کوهی، آب گوجه‌فرنگی حاوی ۱ درصد (w/v) فاز محلول صمغ بادام‌کوهی، آب گوجه‌فرنگی حاوی ۰/۵ درصد (w/v) صمغ کامل بادام‌کوهی و آب گوجه‌فرنگی حاوی ۱ درصد (w/v) صمغ کامل بادام‌کوهی تهیه شدند. از آب گوجه‌فرنگی بدون صمغ نیز، به‌عنوان کنترل استفاده گردید. باکتری پروبیوتیک مورد استفاده (لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La5) از شرکت Christian Hansen ساخت کشور دانمارک خریداری شد. برای تلقیح مقادیر مساوی و مشخص از این باکتری (10^8 CFU/ml) به تیمارها، ابتدا این میکروارگانیسم به نسبت ۱ درصد (w/v) به محیط کشت MRS broth تلقیح و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری گردید. سپس، محیط کشت حاوی توده‌های سلول میکروب با سرعت ۱۴۰۰۰ rpm در مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شده و پس از شستشوی توده‌های سلولی رسوب‌کرده با بافر M ۰/۰۵ پتاسیم فسفات (pH: ۷)، دوباره با همان شرایط قبلی سانتریفیوژ و با بافر مذکور شسته شدند. در ادامه، تعلیقی از توده‌های سلولی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La5 در آب گوجه‌فرنگی تهیه و پس از یکنواخت‌کردن، در مقادیر کاملاً مساوی به‌عنوان مایه تلقیح به تمام نمونه‌ها افزوده شد. تخمیر در بطری‌های استریل غیرقابل‌نفوذ به نور حاوی ۳۵۰ ml آب گوجه‌فرنگی، به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت. شمارش سلول‌های زنده (CFU/ml) با روش Pour plate، روی محیط کشت MRS agar (شرکت Merck، ساخت کشور آلمان) و سپس گرمخانه‌گذاری پلیت‌ها در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت انجام شد. اسیدیته کل نمونه‌ها (برحسب درصد اسیدلاکتیک) تا رسیدن pH آن‌ها به ۲/۸، از طریق تیتراسیون با محلول NaOH ۰/۰۲ نرمال اندازه‌گیری گردید. پس از این مرحله، نمونه‌ها به مدت دو هفته در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) نگهداری و زنده‌مانی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس در آب گوجه‌فرنگی

تخمیرشده برحسب واحد تشکیل کلنی (CFU) در هر میلی‌لیتر تعیین گردید.

ارزیابی مقاومت میکروب به شرایط شبیه‌سازی‌شده هضم گوارشی، در پایان هفته اول نگهداری در یخچال انجام شد. به‌دلیل پایین‌تر از حد استاندارد بودن تعداد میکروب پروبیوتیک نمونه‌ها در پایان هفته اول، از ادامه بررسی آن‌ها در پایان هفته دوم خودداری شد. برای بررسی مقاومت میکروب‌های موجود در آب گوجه‌فرنگی تخمیرشده، پس از یک هفته نگهداری در یخچال، ۲۰ ml از آب گوجه‌فرنگی تخمیرشده هر نمونه با حجم معادل آن از محلول شبیه‌سازی‌شده‌ی بزاقی– معدی مخلوط شد. محلول بزاقی– معدی، حاوی $CaCl_2$ (۰/۲۲ g/l)، NaCl (۱۶/۲ g/l)، KCl (۲/۲ g/l)، $NaHCO_3$ (۱/۲ g/l) و ۰/۶ درصد (w/v) پپسین (شرکت Merck، ساخت کشور آلمان) بود. برای شمارش میکروبی، بلافاصله ۱ ml از نمونه‌ی مخلوط آب گوجه‌فرنگی تخمیرشده و محلول شبیه‌سازی‌شده‌ی بزاقی– معدی برداشته شد. در ادامه، pH بقیه مخلوط با اسیدکلریدریک ۵ M و ۰/۱ M به‌سرعت به ۲/۵ رسانده شد. نمونه‌ها به مدت ۹۰ دقیقه در حمام آب ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و هر ۳۰ دقیقه یک‌مرتبه، حجم ۱ میلی‌لیتری از آن‌ها برداشته شد. نمونه‌های مذکور پس از رقیق‌سازی متوالی، برای ارزیابی میزان زنده‌مانی باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La5، بر روی MRS agar به روش pour plate کشت داده شدند. ارزیابی حسی نمونه‌ها از لحاظ میزان پذیرش رنگ و مزه، میزان قوام ظاهری، شدت بوی گوجه‌فرنگی و پذیرش کلی در پایان هفته دوم نگهداری نمونه‌ها در یخچال صورت گرفت.

برای این منظور، نمونه‌ها پس از خروج از یخچال در اختیار ۱۵ ارزیاب (۹ زن و ۶ مرد بین ۲۵–۲۲ سال سن) قرار گرفت. ارزیابان از استادان و دانشجویان مقاطع مختلف گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی دانشگاه آزاد کازرون بودند که برای ارزیابی حسی نمونه‌ها به‌ویژه بو و قوام محصول، آموزش‌های مقدماتی را دیده بودند. نمونه‌ها در لیوان‌های سفید درب‌دار پلاستیکی یک‌بارمصرف و همراه با یک فرم ارزیابی در اختیار ارزیابان گذاشته شد. مقیاس مورد استفاده، مقیاس پنج طبقه‌ای هدونیک بود که در آن برای بررسی مزه، رنگ و پذیرش کلی، از عبارات حسی کیفی خیلی خوب (۵)، خوب (۴)، مناسب (۳)، بد (۲) و خیلی بد (۱) و برای ارزیابی شدت بو و میزان قوام، از عبارات حسی خیلی زیاد (۵)، زیاد (۴)، متوسط (۳)، کم (۲) و خیلی کم (۱) استفاده گردید (۱۲). قبل از تجزیه و تحلیل آماری اطلاعات ارزیابی حسی، عبارات کیفی به داده‌های کمی معادل آن‌ها تبدیل شدند. طرح آزمایشی این بررسی در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه‌بار تکرار بود. تجزیه و تحلیل اطلاعات با کمک نرم‌افزار SPSS 16 و توسط آنالیز واریانس دوطرفه (ANOVA) و تفاوت بین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن صورت گرفت ($P\leq ۰/۰۵$).

یافته‌ها

در طول تخمیر در تمام تیمارها، تعداد میکروب‌ها به‌طور معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) کاهش یافت (جدول شماره ۱). نتایج نشان داد که بهترین زمان برای توقف تخمیر آب گوجه‌فرنگی پس از ۲۴ ساعت است؛ زیرا با ادامه تخمیر تا ۴۸ ساعت، غلظت سلول‌ها در تمام تیمارها

جدول شماره ۱: تغییرات تعداد باکتری‌های زنده‌ی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La5 در طول گرمخانه‌گذاری (log CFU/ml)

*	زمان گرمخانه‌گذاری (ساعت)		
شماره تیمار	۰	۲۴	۴۸
۱	۸/۴۲±۵/۷۷^{Aa}	۷/۶۷±۴/۷۶^{Bb}	۶/۶۵±۴/۳۰^{Cb}
۲	۸/۴۲±۵/۷۷^{Aa}	۷/۶۹±۴/۷۶^{Bb}	۶/۶۶±۴/۳۰^{Cb}
۳	۸/۴۲±۵/۷۷^{Aa}	۷/۸۷±۵/۳۰^{Ba}	۶/۹۴±۴/۳۲^{Ca}
۴	۸/۴۲±۵/۷۷^{Aa}	۷/۶۷±۴/۷۶^{Bb}	۶/۶۵±۳/۷۶^{Cb}
۵	۸/۴۲±۵/۷۷^{Aa}	۷/۶۷±۵/۱۸^{Bb}	۶/۶۶±۳/۷۶^{Cb}

*تیمار شماره ۱: فاقد صمغ، شماره ۲: حاوی ۰/۵ درصد فاز محلول صمغ بادام‌کوهی، شماره ۳: حاوی ۱ درصد فاز محلول صمغ بادام‌کوهی، شماره ۴: حاوی ۰/۵ درصد صمغ کامل بادام‌کوهی و شماره ۵: حاوی ۱ درصد صمغ کامل بادام‌کوهی. حروف بزرگ و کوچک، به‌ترتیب در هر ردیف و ستون، نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار است ($P\leq ۰/۰۵$).

کاهش می‌یابد. با این وجود، در هیچ‌یک از نمونه‌ها حتی بعد از ۴۸ ساعت، شمار میکروب‌های پروبیوتیک پایین‌تر از حد مقرر خود در غذاهای پروبیوتیک نشد. بیشترین میزان زنده‌مانی سلول‌ها در پایان تخمیر به نمونه حاوی ۱درصد (w/v) فاز محلول صمغ (۶/۹۴ log CFU/mL) و پس‌ازآن به نمونه حاوی ۰/۵ درصد (w/v) این شکل از صمغ مربوط بود. فاز محلول صمغ در مقایسه با صمغ کامل، تأثیر بیشتری بر زنده‌مانی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La5 در طول تخمیر داشت و این اثر به‌طور معنی‌داری با افزایش غلظت آن بیشتر شد ($P\leq۰/۰۵$). به‌علاوه، افزایش غلظت صمغ کامل،تأثیر معنی‌داری بر زنده‌مانی سلول‌ها نداشت و تأثیر آن در حد آب گوجه‌فرنگی بدون صمغ بود.

تأثیر صمغ‌ها بر افزایش اسیدیته، جز در تیمار حاوی ۱ درصد فاز محلول صمغ، در بقیه موارد چندان قابل‌توجه نبود (جدول شماره ۲). همچنین، تنها با افزایش غلظت فاز محلول صمغ، اسیدیته به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در همه مراحل، کمترین میزان تولید اسیدلاکتیک مربوط به آب گوجه‌فرنگی فاقد صمغ بود ($P\leq۰/۰۵$).

در جدول شماره ۳، تغییرات تعداد باکتری‌های لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La5 در مدت نگهداری در یخچال مشاهده می‌شود. نتایج نشان داد که در همه تیمارها، شمار میکروب‌ها پس از یک هفته به‌طور معنی‌داری

جدول شماره ۲: تغییرات اسیدیته در طی گرمخانه‌گذاری (برحسب درصد اسیدلاکتیک)

شماره تیمار*	زمان گرمخانه‌گذاری (ساعت)		
	۰	۲۴	۴۸
۱	۰/۷۱±۰/۰۱ Aa	۰/۸۳±۰/۰۱ Aa	۰/۹۴±۰/۰۱ Ab
۲	۰/۷۱±۰/۰۱ Aa	۰/۸۵±۰/۰۱ Aa	۰/۹۵±۰/۰۱ Ab
۳	۰/۷۱±۰/۰۱ Ba	۰/۸۷±۰/۰۱ Ba	۱/۱۱±۰/۰۱ Aa
۴	۰/۷۱±۰/۰۱ Aa	۰/۸۴±۰/۰۱ Aa	۰/۹۴±۰/۰۱ Ab
۵	۰/۷۱±۰/۰۱ Aa	۰/۸۵±۰/۰۰ Aa	۰/۹۵±۰/۰۱ Ab

*تیمار شماره ۱: فاقد صمغ، شماره ۲: حاوی ۰/۵ درصد فاز محلول صمغ بادام‌کوهی، شماره ۳: حاوی ۱ درصد فاز محلول صمغ بادام‌کوهی، شماره ۴: حاوی ۰/۵ درصد صمغ کامل بادام‌کوهی و شماره ۵: حاوی ۱ درصد صمغ کامل بادام‌کوهی. حروف بزرگ و کوچک به‌ترتیب در هر ردیف و ستون، نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار است ($P\leq۰/۰۵$).

جدول شماره ۳: تغییرات تعداد باکتری‌های زنده‌ی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La5 در طول نگهداری در یخچال (log CFU/ml)

شماره تیمار*	زمان نگهداری (روز)		
	۰	۷	۱۴
۱	۶/۶۵±۴/۳۰ Aa	۵/۵۶±۵/۳۰ Bb	۵/۴۷±۳/۷۰ Bb
۲	۶/۶۶±۴/۳۰ Aa	۵/۶۰±۵/۲۵ Bb	۵/۴۸±۴/۰۰ Bb
۳	۶/۶۴±۴/۳۲ Aa	۵/۷۰±۵/۰۴ Ba	۵/۸۰±۴/۳۲ Ba
۴	۶/۶۵±۳/۷۶ Aa	۵/۵۷±۵/۳۰ Bb	۵/۴۸±۳/۵۴ Bb
۵	۶/۶۶±۳/۷۶ Aa	۵/۵۸±۵/۳۰ Bb	۵/۴۹±۳/۶۵ Bb

*تیمار شماره ۱: فاقد صمغ، شماره ۲: حاوی ۰/۵ درصد فاز محلول صمغ بادام‌کوهی، شماره ۳: حاوی ۱ درصد فاز محلول صمغ بادام‌کوهی، شماره ۴: حاوی ۰/۵ درصد صمغ کامل بادام‌کوهی و شماره ۵: حاوی ۱ درصد صمغ کامل بادام‌کوهی. حروف بزرگ و کوچک به‌ترتیب در هر ردیف و ستون، نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار است ($P\leq۰/۰۵$).

کاهش می‌یابد؛ اما این کاهش در ادامه تخمیر چندان فراوان نیست ($P\leq۰/۰۵$)؛ همچنین، با افزایش میزان صمغ، شمار میکروب‌ها بیشتر شد که این افزایش تنها درباره نمونه‌های حاوی فاز محلول صمغ معنی‌دار بود. به‌علاوه، تعداد میکروب‌های پروبیوتیک در همه تیمارها کمتر از حد قابل‌قبول در غذاهای پروبیوتیک بود. بیشترین زنده‌مانی پس از دو هفته در آب گوجه‌فرنگی حاوی ۱ درصد (w/v) فاز محلول صمغ (۵/۷۰ log CFU/mL) و کمترین آن در تیمار فاقد صمغ (۵/۵۶ log CFU/mL) مشاهده شد.

قرارگرفتن نمونه‌های نگهداری‌شده در یخچال در معرض شیره گوارشی، نشان داد که لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La5 زنده در تیمار حاوی ۱ درصد فاز محلول صمغ، به میزان قابل‌توجهی بیشتر از دیگر نمونه‌ها است (جدول شماره ۴). در همه مرحله‌ها، نمونه‌های حاوی صمغ

جدول شماره ۴: ارزیابی اثر هضم معده (شرایط شبیه‌سازی‌شده گوارش) بر زنده‌مانی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس در پایان هفته‌ی اول نگهداری در یخچال (log CFU/ml)

تیمار*	زمان (ساعت)			
	۰	۳۰	۶۰	۹۰
۱	۵/۴۵±۳/۶۰ Aa	۴/۲۲±۰/۰۰ Bb	۳/۱۸±۰/۷۰ Cb	۲/۱۹±۰/۴۸ Db
۲	۵/۴۶±۳/۸۴ Aa	۴/۲۳±۲/۸۴ Bb	۳/۲۰±۱/۰۰ Cb	۲/۲۲±۰/۴۸ Db
۳	۵/۴۷±۳/۷۰ Aa	۵/۴۷±۳/۶۰ Ba	۴/۲۱±۰/۰۰ Ca	۳/۲۲±۱/۰۰ Da
۴	۵/۴۶±۳/۴۸ Aa	۴/۲۳±۲/۷۰ Bb	۳/۲۰±۱/۷۰ Cb	۲/۲۰±۰/۷۵ Db
۵	۵/۴۷±۳/۷۸ Aa	۴/۲۳±۲/۴۸ Bb	۳/۲۵±۱/۳۰ Cb	۲/۲۲±۰/۰۰ Db

*تیمار شماره ۱: فاقد صمغ، شماره ۲: حاوی ۰/۵ درصد فاز محلول صمغ بادام‌کوهی، شماره ۳: حاوی ۱ درصد فاز محلول صمغ بادام‌کوهی، شماره ۴: حاوی ۰/۵ درصد صمغ کامل بادام‌کوهی و شماره ۵: حاوی ۱ درصد صمغ کامل بادام‌کوهی. حروف بزرگ و کوچک، به‌ترتیب در هر ردیف و ستون، نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار است ($P\leq۰/۰۵$).

جدول شماره ۵: ارزیابی حسی محصولات پس از پایان دو هفته نگهداری در یخچال

شماره تیمار*	پذیرش مزه	پذیرش رنگ	قوام ظاهری	شدت بو	ارزیابی کلی
۱	^{a}۰/۴±۴/۲	^{a}۰/۴±۴/۲	^{c}۰/۰±۲/۰	^{ab}۳/۴±۱/۵	^{a}۰/۵±۳/۴
۲	^{ab}۰/۵±۳/۴	^{a}۰/۴±۴/۲	^{b}۰/۰±۳/۰	^{b}۱/۱±۲/۶	^{a}۰/۴±۳/۸
۳	^{ab}۰/۴±۳/۸	^{a}۰/۴±۴/۲	^{a}۰/۴±۳/۸	^{b}۰/۸±۲/۸	^{a}۰/۰±۴/۰
۴	^{ab}۰/۵±۳/۴	^{a}۰/۴±۴/۲	^{b}۰/۰±۳/۰	^{ab}۰/۹±۳/۴	^{a}۰/۵±۳/۴
۵	^{ab}۰/۵±۳/۶	^{a}۰/۴±۴/۲	^{a}۰/۴±۳/۸	^{ab}۰/۵±۳/۶	^{a}۰/۴±۳/۸

*تیمار شماره ۱: فاقد صمغ، شماره ۲: حاوی ۰/۵ درصد فاز محلول صمغ بادام‌کوهی، شماره ۳: حاوی ۱ درصد فاز محلول صمغ بادام‌کوهی، شماره ۴: حاوی ۰/۵ درصد صمغ کامل بادام‌کوهی و شماره ۵: حاوی ۱ درصد صمغ کامل بادام‌کوهی. حروف کوچک a، b، c و ... نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار است ($P<۰/۰۵$).

کامل تفاوت معنی‌داری با نمونه فاقد صمغ نداشتند. همچنین، برخلاف فاز محلول صمغ، افزایش میزان صمغ کامل تأثیری بر زنده‌مانی میکروب‌ها نداشت. این وضعیت در همه مرحله‌ها مشاهده شد. چنانچه در جدول شماره ۴ مشخص است، در همه تیمارها باکتری‌های زنده‌ی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La5 در طول ۹۰ دقیقه قرارگرفتن در معرض شیره گوارشی، به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند ($P\leq۰/۰۵$). در پایان مراحل تیمار دهی، کمترین کاهش زنده‌مانی به نمونه حاوی ۱ درصد فاز محلول صمغ بادام (۳/۲۲ log CFU/mL) و بیشترین آن به نمونه فاقد صمغ (۲/۱۹ log CFU/mL) مربوط بود.

ارزیابی کلی نمونه‌ها در پایان دو هفته نگهداری در یخچال، نشان داد که همه تیمارها از نظر ارزیاب‌ها نسبتاً خوب هستند و پروبیوتیک‌شدن آن‌ها اثر نامطلوبی بر پذیرش کلی هیچ‌یک نداشته است (جدول شماره ۵). از لحاظ پذیرش رنگ، همه تیمارها به‌صورت خوب ارزیابی شدند؛ حال‌آنکه در مورد مزه، تنها مزه نمونه حاوی ۱ درصد صمغ کامل، متفاوت و بدتر از بقیه ارزیابی شد. درباره قوام ظاهری، نتایج متناقض بودند؛ حال‌آنکه درباره شدت بو، نمونه‌های حاوی صمغ (محلول یا کامل) نسبت به نمونه بدون صمغ و نمونه‌های حاوی صمغ کامل نسبت به نمونه‌های حاوی فاز محلول صمغ، شدت بوی گوجه‌فرنگی بیشتری داشتند. درباره نمونه‌های حاوی فاز محلول صمغ و صمغ کامل، با افزایش غلظت، شدت بوی بیشتری گزارش شد.

بحث

در این مطالعه، تأثیر فاز محلول صمغ بادام‌کوهی به‌عنوان یک ترکیب بالقوه پری‌بیوتیک، بر زنده‌مانی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La5 در آب گوجه‌فرنگی و سیستم شبیه‌سازی‌شده شیره گوارشی بررسی شد. بررسی نتایج در جدول شماره ۱ نشان می‌دهد که تعداد سلول‌ها در طول تخمیر در همه تیمارها کاهش یافت ($P\leq۰/۰۵$)؛ اما با توجه به بالاتربودن تعداد سلول‌های زنده در کلیه تیمارها نسبت به استاندارد غذاهای پروبیوتیک در ایران ($۱۰^{۶}$ CFU/ml)، نمونه‌ها در پایان دوره تخمیر و قبل از نگهداری در یخچال، کماکان پروبیوتیک بودند (۱۳). در بررسی موسوی و همکاران در سال ۲۰۱۱ مشاهده شد که تعداد باکتری‌های لاکتوباسیلوس پلانتاروم، لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، لاکتوباسیلوس دلبروکی و لاکتوباسیلوس پاراکازئی پس از ۲۴ ساعت انجام تخمیر در نوشیدنی آب انار نیز کاهش یافتند و عامل آن را استرس ناشی از اختلاف pH محیط پیش‌کشت (pH تقریباً برابر با ۵/۶) و آب انار (pH تقریباً برابر با ۳/۰۹) پیشنهاد کردند؛ هرچند در ادامه با افزایش مواجه شدند که برخلاف نتایج بررسی حاضر بود (۱۴).

با قرارگرفتن باکتری‌های اسیدلاکتیک در غذاهای

اسیدی، تعادل بین pH درون و خارج سلول به هم می‌خورد. در ادامه، میکروب با مصرف انرژی و عمل آنزیم ATPآز، سبب خروج پروتون از سلول و موجب ثبات pH درون سیتوپلاسم می‌شود. با شدت عمل آنزیم ATPآز، سلول‌های پروبیوتیک از دیگر فعالیت‌های مهم نیازمند ATP محروم شده، و فعالیت آن‌ها متوقف و درنهایت از بین می‌روند (۱۵). با این وجود، در تخمیر پوره‌ی ذرت توسط *L. acidophilus* La5، تعداد میکروب‌ها در طول تخمیر با کاهش روبه‌رو نشد که دلیل آن، اختلاف ناچیز بین pH محیط MRS broth (pH تقریباً برابر با ۵/۶) به‌عنوان پیش‌کشت و pH اولیه پوره ذرت (pH تقریباً برابر با ۵/۸) گزارش شد (۱۱). زنده‌مانی سلول‌های میکروبی در طول تخمیر ممکن است ناشی از میزان مقاومت آن‌ها به اسید باشد. بر این اساس، در آب گوجه‌فرنگی تحقیق حاضر در طول تخمیر، غلظت *L. acidophilus* La5 کاهش یافت؛ اما برعکس در مورد *L. acidophilus* La39 با افزایش مواجه شد (۶).

اسیدلاکتیک از فرآورده‌های متابولیکی باکتری‌های اسیدلاکتیک در طول تخمیر است که می‌تواند شاخص فعالیت این باکتری‌ها دانسته شود. در این بررسی، میزان اسیدیته در همه تیمارها افزایش یافت که دلیل آن، افزایش فعالیت *L. acidophilus* La5 باقیمانده در طول تخمیر بود. این افزایش تنها درباره نمونه حاوی فاز محلول صمغ معنی‌دار بود (جدول شماره ۲). این نتایج مطابق یافته‌های Sindhu و همکاران (۲۰۰۱) بود که نشان دادند لاکتوباسیلوس کازئی و لاکتوباسیلوس پلانتاروم در غذاهای حاوی پالپ گوجه‌فرنگی سبب افزایش اسیدیته، کاهش pH و بهبود هضم نشاسته و پروتئین می‌شوند (۱۷). نوع و مقدار ترکیب پری‌بیوتیک نیز می‌تواند سبب افزایش در میزان اسیدلاکتیک شود. در این بررسی، میزان تولید اسیدلاکتیک در پایان تخمیر در آب گوجه‌فرنگی حاوی ۱ درصد فاز محلول صمغ بادام به‌طور معنی‌داری بیشتر از بقیه بود که دلیل آن، می‌تواند بیشتر بودن مولکول‌های کربوهیدراتی با وزن مولکولی پایین‌تر و با خاصیت پری‌بیوتیک در فاز محلول این صمغ باشد (۱۰). Koh و همکاران (۲۰۱۰) در تخمیر آب گوجه‌فرنگی توسط بیفیدوباکتریوم بروی، مشاهده کردند که افزودن ۰/۵ درصد فروکتوالیگو ساکارید (FOS) نسبت به ۰/۲۵درصد FOS، زنده‌مانی سلول‌ها و میزان تولید اسیدلاکتیک را بیشتر افزایش می‌دهد (۱۸).

نتایج زنده‌مانی سلول‌ها در تیمارهای گوناگون آب گوجه‌فرنگی تخمیرشده در طول نگهداری در یخچال، نشان داد که در همه تیمارها، تعداد لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La5 کاهش می‌یابد (جدول شماره ۳).

کاهش‌یافتن زنده‌مانی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس Lb2 و Lb3 در طول نگهداری آبمیوه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و عدم تغییر pH آبمیوه در طول این مدت، نشانه فعالیت متابولیکی ضعیف باکتری‌های پروبیوتیک در این شرایط است (۱۹). انتخاب سویه باکتری از نظر مقاومت، یکی از راه‌حل‌های مناسب برای افزایش بقای باکتری‌های پروبیوتیک در آبمیوه‌ها در شرایط یخچال می‌باشد. بررسی‌ها نشان داده است که *L. acidophilus* La39 در آب گوجه‌فرنگی پس از یک هفته نگهداری در یخچال، افت چندانی ندارد؛ بنابراین، یک پروبیوتیک ایده‌آل برای این نوع نوشیدنی است (۲۰). به‌علاوه، غلظت پری‌بیوتیک نیز می‌تواند در میزان زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها مؤثر باشد. چنان‌چه در جدول شماره ۳ مشخص است، بیشترین زنده‌مانی پس از یک هفته نگهداری تیمارها در یخچال، به آب گوجه‌فرنگی حاوی ۱ درصد فاز محلول صمغ بادام‌کوهی مربوط بود. در طول نگهداری ماست منجمد نیز، چنین وضعیتی مشاهده شده است. صمغ عربی به میزان ۰/۱ درصد و

گوار به میزان ۰/۲درصد به میزان بیشتری نسبت به غلظت‌های کمتر آن‌ها، موجب افزایش بقای *L. acidophilus* La5 می‌شوند (۲۱،۲۲).

قاسم‌پور و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که در ماست پروبیوتیک، صمغ کامل بادام‌کوهی (WBAG) تأثیر قابل‌توجهی بر زنده‌مانی *L. acidophilus* La5 ندارد (۲۳). چنین نتایجی درباره اثر غلظت‌های صمغ کامل بادام‌کوهی پس از دو هفته نگهداری تیمارها در یخچال نیز مشاهده شد (جدول شماره ۳). باکتری‌ها در اغلب تیمارها تا حدودی نسبت به شرایط سازگار شدند و تعداد آن‌ها بدون داشتن اختلاف معنی‌دار کاهش یافت. در نوشیدنی تخمیرشده آب انار، زنده‌مانی باکتری‌های گوناگون لاکتوباسیلوس پلانتاروم، لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، لاکتوباسیلوس پاراکازئی و لاکتوباسیلوس دلبروکی در شرایط یکسان، کاملاً متفاوت است. در بین این باکتری‌ها، استفاده از لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و لاکتوباسیلوس پلانتاروم در آب انار توصیه نمی‌شود؛ زیرا پس از یک هفته نگهداری در یخچال، تعداد باکتری‌های زنده آن از حد استاندارد محصولات پروبیوتیک کمتر شده و پس از دو هفته نگهداری در یخچال، باکتری‌ها کاملاً از بین می‌روند (۱۴). این در حالی است که در تحقیق حاضر، تعداد باکتری‌های زنده در تیمارهای گوناگون آب گوجه‌فرنگی پس از دو هفته نگهداری در یخچال، بالاتر از 10^5 CFU/ml بود؛ بنابراین، این نوشیدنی می‌تواند برای پروبیوتیک‌ها بستر مناسب‌تری نسبت به آب انار باشد.

بررسی تأثیرات شرایط شبیه‌سازی‌شده شیره گوارشی پس از ۹۰ دقیقه بر نوشیدنی‌های آب گوجه‌فرنگی تخمیری نشان داد که فاز محلول صمغ بادام در غلظت ۱ درصد به‌طور معنی‌داری سبب زنده‌مانی بیشتر لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La5 می‌شود (جدول شماره ۴). نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که ممکن است فاز محلول صمغ بادام‌کوهی به‌طور نامشخصی، اثر پری‌بیوتیکی بیشتری نسبت به فاز کامل داشته باشد که این مطلب نیازمند تحقیق بیشتری است. عملکرد عصاره Chestnut به‌عنوان پری‌بیوتیک، به‌دلیل حضور ترکیبات چسبنده موجود در آن است که از سمت آب‌گریزشان به سطح سلول باکتری چسبیده و سبب مقاومت باکتری در مقابل SGJ می‌شوند (۴). زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در طول تیماردهی با شیره گوارشی، متأثر از سویه باکتری نیز است. باکتری‌های پروبیوتیک *L. casei* LC-01 پس از ۹۰ دقیقه کاملاً از بین می‌روند؛ درحالی‌که *L.casei* BGP93 همچنان زنده می‌ماند (logCFU/mL>۳). به‌علاوه، نوع ماده غذایی حامل باکتری‌های پروبیوتیک نیز بر زنده‌مانی آن‌ها در SGJ اثر دارد (۲). Gebara و همکاران در سال ۲۰۱۳ نشان دادند که قرارگرفتن باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوسLa5 به مدت ۶۰ دقیقه در معرض SGJ، میزان باکتری‌های زنده را به‌طور کاملاً معنی‌داری کاهش می‌دهد (۲۴). تحقیقات نشان می‌دهند که پایین بودن pH نهایی، در طول رشد باکتری‌ها (یعنی مراحل تخمیر و نگهداری در یخچال) سبب مقاومت آن‌ها به اسید می‌شود. همچنین، پاسخ به استرس ناشی از pH، ممکن است باکتری‌ها را از دیگر استرس‌ها از قبیل حرارت، شوک‌های اکسیداتیو و اسمزی نیز محافظت کند (۲۵)؛ درنتیجه این فرض وجود دارد که سلول‌های باکتری پروبیوتیک که در نوشیدنی‌های اسیدی مثل آب‌میوه‌ها و سبزی‌ها نگهداری شده‌اند، می‌توانند استرس ناشی از اسید را در شرایط شبیه‌سازی‌شده شیره گوارشی بهتر تحمل کنند. آن‌گونه که Gullón و همکاران (۲۰۱۴) نشان داده‌اند، باکتری‌های لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس La5 در حضور زایلو الیگوساکارید حاصل از Eucalypttus wood در شرایط اسیدی هضم گوارشی به مدت ۱ ساعت، بیشتر از دیگر سوبستراهای پری بیوتیک

زنده می‌ماند (۲۶).

ارزیابی کلی یک محصول، حاصل ارزیابی حسی مجموع مشخصات کیفی آن است. در ارزیابی کلی هر محصول، معمولاً نقش یک یا چند مشخصه کیفی بارزتر از دیگران می‌باشد (۱۲). در پایان دو هفته نگهداری نمونه‌ها در یخچال، همه تیمارها از نظر ارزیاب‌ها مناسب تا خوب ارزیابی شدند. در این میان، نمونه حاوی ۱ درصد فاز محلول صمغ، بهتر از بقیه ارزیابی شد (جدول شماره ۵). از لحاظ مطلوبیت مزه نیز، نمونه آب گوجه‌فرنگی حاوی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس (فاقد صمغ) امتیاز بیشتری کسب کرد که دلیل آن ممکن است خنثی‌شدن مقداری از عناصر طعمی آب گوجه‌فرنگی به‌واسطه حضور صمغ باشد.

رنگ همه تیمارها بدون داشتن معنی‌داری از نظر داوران خوب ارزیابی شد که علت آن ممکن است ناشی از قابل‌توجه نبودن مقدار صمغ مصرفی و تأثیرات ناچیز آن روی رنگ نمونه‌ها در مقایسه با کنترل باشد. با این وجود، صمغ مصرفی به‌خصوص به شکل کامل آن، شدت بو (بوی گوجه‌فرنگی) را در محصول حاوی آن در مقایسه با نمونه‌های فاقد صمغ یا حاوی فاز محلول صمغ بیشتر حفظ کرد. دلیل این موضوع می‌تواند حضور فاز نامحلول و غلیظ‌کننده در نمونه‌های حاوی صمغ کامل باشد. قوام یک محصول، ناشی از عوامل ترکیبات غلیظ‌کننده موجود در آن است. در صمغ کامل، این عوامل به میزان بیشتری وجود دارند و به همین دلیل بوی محصول را با شدت بیشتری حفظ نموده‌اند؛ اما چون ارزیابی قوام به‌صورت چشمی صورت گرفته است، ارزیابان در غلظت‌های یکسان مورد استفاده، متوجه اختلاف قوام ظاهری این صمغ کامل و فاز محلول آن نشده‌اند.

در مطالعه حاضر، در تمام تیمارها در پایان هفته اول نگهداری در یخچال، زنده‌مانی باکتری 10^5 CFU/ml بود که این تعداد کمتر از حد استاندارد ایران (10^6 CFU/ml) و جهانی (10^7 CFU/ml) در یک محصول پروبیوتیک است. به‌منظور زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در شرایط عبور از مجرای گوارش و رسیدن تعداد کافی آن‌ها به روده از طریق محصولاتی مانند آب‌میوه و سبزی‌ها، لازم است در پایان مدت انبارمانی، میزان باکتری‌های پروبیوتیک زنده محصولات، 10^9 CFU/ml باشد (۲۷)؛ بنابراین، برای تأمین این تعداد از میکروب در آب گوجه‌فرنگی حاضر و تولید محصولی پروبیوتیکی مطابق استانداردهای ایران و جهان، پیشنهاد می‌شود به‌جای افزودن میزان 10^8 CFU/ml باکتری پروبیوتیک در لحظه تلقیح، از تعداد بیشتری یعنی 10^{12} CFU/ml در این محصول استفاده شود.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله، از همکاری صمیمانه دکتر محسن رادی عضو محترم هیئت علمی گروه صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج و سرکار خانم مهندس پیکر، کارشناس آزمایشگاه‌های میکروب‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کازرون کمال تشکر را دارند.

References

1. Yoon KY, Woodams EE, Hang YD. Production of probiotic cabbage juice by lactic acid bacteria. Bioresour Technol. 2006; 97 (12): 1427−1430.
2. Céspedes M, Cárdenas P, Staffolani M. &Vinderola G. Performance in nondairy drinks of probiotic L.casei strain usually employed in dairy products. J Food Sci

2013; 78(5): 756–762.

3. Abadía-García L, Cardador A, Martín del Campo ST, Arvízu SM, Castaño-Tostado E, Regalado-González C, etal. Influence of probiotic strains added to cottage cheese on generation of potentially antioxidant peptides, anti-listerial activity, and survival of probiotic microorganisms in simulated gastrointestinal conditions. Int Dairy J .2013; 33(2): 191–197.
4. Blaiotta G, Gatta BL, Capua MD, Luccia AD, Coppola R , Aponte M. Effect of chestnut extract and chestnut fiber on viability of potential probiotic Lacto-bacillus strains under gastrointestinal tract conditions. Food Microbiol.2013; 36(2): 161–169.
5. Yoon KY, Woodams EE, Hang YD. Probiotication of tomato juice by lactic acid bacteria. J Microbiol. 2004; 42(4), 315−318.
6. Nualkaekul S, Deepika G, Charalam-popoulos D. Survival of freeze dried Lactobacillus plantarum in instant fruit powders and reconstituted fruit juices. Food Res Int. 2012; 48(2): 627–633.
7. Sreenivas KM, Lele SS. Prebiotic activity of gourd family vegetable fibres using in vitro fermentation. Food Bioscience 2013; 1, 26–30.
8. Hernandez-Hernandez O, Muthaiyan A, Moreno FJ, Montilla A, Sanz ML ,Ricke SC. Effect of prebiotic carbohydrates on the growth and tolerance of Lactobacillus. Food Microbiol 2012; 30(2): 355-361.
9. Rahimi S, Abbasi S, Sahari MA &Azizi MH. Separation and determination of some chemical and functional properties of soluble and insoluble fractions of mountain almond tree gum (Persian gum). J Food Sci Technol 2013; 10(40), 1–10.(Persian)
10. Fadavi Gh, Mohammadifar MA, Zargaran A, Azadnia E. The study of composition, molecular weight and rheological character-ristics of Zedo gum exudates from Amygdalusscoparia. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology.2013; 7(5), 35–41.(Persian)
11. Ying DY, Sun J, Sanguansri L, Weerakkody R, Augustin MA. Enhanced survival of spray-dried microencapsulated Lactobacillus rhamnosus GG in the presence of glucose. J Food Eng. 2012; 109(3): 597–602.
12. Wattes BM, Ylimaki GL, Jeffery LE, Elias LG. Basic Sensory Methods for Food Evaluation.Ottawa, Canada, International Development Research Center. 1989
13. FAO, WHO. Guidlinea for the Evaluation of probiotics in food.bacteria. FAO/WHO Working Group Report. London, Ontario, Canada 2002.
14. Mousavi ZE, Mousavi SM, Razavi SH, Emam-Djomeh Z, Kiani H. Fermentation of pomegranate juice by probiotic lactic acid bacteria. World J Microbiol Biotechnol 2011; 27(1):123–128.
15. Corcoran BM, Stanton C, Fitzgerald GF, Ross RP. Survival of probiotic Lactobacilli in acidic environments is enhanced in the presence of metabolizable sugars. Appl Environ Microbiol. 2005; 71(6): 3060–3067.
16. Helland MH, Wicklund T, Narvhus JA. Growth and metabolism of selected strains of probiotic bacteria, in maize porridge with added malted barley. Int J Food Microbiol 2004; 91(3): 305–313.
17. Sindhu SC, Khetarpaul N. Probiotic fermentation of indigenous food mixture:

Effect on antinutrients and digestibility of starch and protein. J Food Comp Anal .2001; 14(6): 601–609.

18. Koh JH, Kim Y, Oh JH. Chemical Characterization of Tomato Juice Fermented with Bifidobacteria. J Food Sci .2010; 75(5):428–432.
19. Champagne CP, Gardner NJ. Effect of storage in a fruit drink on subsequent survival of probiotic lactobacilli to gastro-intestinal stresses. Food Res Int. 2008; 41(5): 530–543.
20. Sheehan VM, Ross P, Fitzgerald GF. Assessing the acid tolerance and the technological robustness of probiotic cultures for fortification in fruit juices. Innov Food Sci Emerg Technol .2007; 8(2): 279–284.
21. Magarinos H, Selaive S, Costa M, Flores M, Pizarro O. Viability of probiotic micro-rganism (Lactobacillus acidophilus La-5 and Bifidobacteriumanimalissubsp. Lactis Bb-12) in ice cream. Int J Dairy Technol 2007; 60(2): 128–134.
22. Rezai R, Khomeiri M, Alami M , Kashani-Nejhad M. Effects of Arabic and Guar gums on survival rates of Lactobacillus acidophilus (La5) and Bifidobacteriumlactis (Bb 12) in frozen probiotic yoghurt. Ir Food Sci Technol Res J .2012; 8(4), 371-377.
23. Ghasempour Z, Alizadeh M, Rezazad, MR. Optimization of probiotic yogurt production containing Zedo gum. EJFPP; 2011; 2(3): 57–70.
24. Gebara C, Chaves KS, Ribeiro MCE, Souza FN, Grosso CR, Gigante ML. Viability of *Lactobacillus acidophilus* La5 in pectin-whey protein microparticles during exposure to simulated gastrointestinal conditions. Food Res Int .2013; 51(2):872–878.
25. Van de Guchte M, Serror P, Chervaux C, Smokvina T, Erhlich SD ,Maguin E. Stress responses in lactic acid bacteria. Antonie Van Leeuwenhoek 2002; 82(1-4): 187–216.
26. Gullón B, Gullón P, Tavaria F, Pintado M, Gomes AM, Alonso JL,etal. Structural features and assessment of prebiotic activity of refined arabinoxylooligosa-ccharides from wheat bran. J Funct Foods. 2014; 6: 438–449.
27. Nualkaekul S, Charalampopoulos D. Survival of *Lactobacillus plantarum* in model solutions and fruit juices. Int J Food Microbiol 2011; 146(2): 111–117.