مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

اثر افزودن فیبر پرتقال و آب انبه بر زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس کازئی* و خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی آب سیب سین‌بیوتیک

لاله ترابی[۱]، لیلا روفه‌گری‌نژاد[۲*]، شهرام حنیفیان[۳]، میترا صوفی[٤]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

۲- دانشیار گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

۳- دانشیار گروه مهندسی علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

٤- دانش‌آموخته دکتری مهندسی علوم و صنایع‌غذایی، واحد تحقیق و توسعه، شرکت آسیاشور، تبریز، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۲۱

کلمات کلیدی:

آب‌انبه،

پروبیوتیک،

سین‌بیوتیک،

فیبر پرتقال،

لاکتوباسیلوس کازئی.

DOI: 10.52547/fsct.19.122.23

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.7.0

* مسئول مکاتبات:

l.roufegari@iaut.ac.ir

چکیده

در سال‌های اخیر پیشرفت‌های زیادی در خصوص تهیه‌ی غذاهای عملگرا بر پایه‌ی پروبیوتیک با توجه به اثرات سلامتی بخش آن‌ها صورت گرفته است. در این پژوهش امکان‌سنجی تولید آب سیب سین‌بیوتیک با استفاده از گونه‌ی *لاکتوباسیلوس کازئی* مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای مورد بررسی با ترکیب آب سیب با آب انبه (۰ و ۱۰ درصد حجمی-حجمی) و فیبر پرتقال (۰ و ۰/۵ درصد وزنی-حجمی) تولید و میزان زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس کازئی*، pH، اسیدیته، مواد جامد محلول، ویسکوزیته و ویژگی‌های حسی نمونه‌ها در طی ٤۵ روز نگهداری در دمای یخچالی مورد ارزیابی قرار گرفت. مطابق نتایج به‌دست آمده، افزودن فیبر پرتقال و آب انبه به‌عنوان ترکیبات پری‌بیوتیک منجر به بهبود زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس کازئی* و حفظ جمعیت آن به تعداد حداقل ۷ واحد لگاریتمی در هر میلی‌لیتر در طی مدت زمان نگهداری گردید. همچنین افزودن فیبر پرتقال و آب انبه تاثیر معنی‌داری ($p<0/05$) در افزایش اسیدیته، مواد جامد محلول و ویسکوزیته و کاهش مقادیر pH نمونه‌های آب‌سیب سین‌بیوتیک در طی مدت زمان نگهداری داشت. طبق نتایج ارزیابی حسی اگرچه میزان پذیرش کلی نمونه شاهد و نمونه‌های تیمارشده با گذشت زمان از روند نزولی برخوردار بود؛ با این حال افزودن آب انبه و فیبر پرتقال منجر به بهبود پذیرش حسی نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که آب سیب سین‌بیوتیک حاوی فیبر پرتقال و آب انبه به صورت ترکیبی تیمار مناسبی هم از نظر تکنولوژیکی و هم از نظر پذیرش مصرف‌کنندگان بود.

۱- مقدمه

در حال حاضر تمایل بسیار زیادی به مصرف موادغذایی عملگرا علاوه بر خواص تغذیه‌ای پایه به وجود آمده است [۱]. غذاهای فراسودمند موادغذایی با منشأ طبیعی، دارای ظاهری مشابه با غذاهای متداول و با ویژگی‌های عملکردی بالا هستند؛ به‌طوریکه شواهد علمی معتبر موجود، مؤید اثرهای مفید فیزیولوژیک این موادغذایی بر ارتقاء سلامتی و یا کاهش خطر ابتلا به بیماری‌ها است؛ که از آن جمله می‌توان به غذاهای پروبیوتیک و پری‌بیوتیک اشاره نمود [۲]. فراورده‌های سین‌بیوتیک در واقع مخلوطی از میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک و ترکیبات پری‌بیوتیک بوده که اثرات مثبت بیشتری را بروز می‌دهند [۳]. پروبیوتیک‌ها به‌عنوان میکروارگانیسم‌های زنده‌ای معرفی می‌شوند که حضور مقادیر کافی از آن (Log ۶-۷CFU/g) موجب ایجاد تعادل در فلور میکروبی میزبان و بروز اثرات سلامتی بخش می‌گردد [٤]. *لاکتوباسیلوس کازئی* از باکتری‌های پروبیوتیک مورد استفاده در محصولات غذایی به‌شمار می‌رود که زنده‌مانی آن بیشتر از سایر گونه‌ها بوده و قابلیت تولید اسید بالایی دارد [۵]. از مهم‌ترین ویژگی‌های *لاکتوباسیلوس کازئی* می‌توان به خاصیت آنتی‌اکسیدانی [٦]، فعالیت بر ضد باکتری‌های *اشریشیاکولای*، *استافیلوکوکوس اورئوس* و *سالمونلا تیفی موریوم*، مقاومت بالا به آنتی‌بیوتیک‌های ونکومایسین و آمپی‌سیلین، رشد و فعالیت در تمام محیط‌های بر پایه قند و مقاومت بالا در فرآورده‌های شیری تخمیری نظیر ماست در طول نگهداری اشاره نمود [۲, ۳].

ترکیبات پری‌بیوتیک، اجزا یا ترکیبات غذایی غیرقابل هضم می‌باشند که اثرات مفیدی را در میزبان از طریق تحریک انتخابی رشد و یا فعالیت یک یا تعداد محدودی از باکتری‌ها در روده اعمال کرده و باعث ایجاد مزایای سلامتبخش برای میزبان می‌شوند که از آن جمله می‌توان به فیبرها اشاره نمود [۷, ۸]. فیبرهای رژیمی بخش خوراکی گیاهان و میوه‌ها می‌باشند که نسبت به عمل هضم و جذب روده کوچک مقاوم بوده و به‌طور کامل و نسبی در روده بزرگ تخمیر می‌شوند [۹]. فیبر مرکبات دارای ظرفیت حفظ آب بالایی بوده و به‌همین دلیل دارای عملکردهای مختلفی نظیر بهبود ویسکوزیته محصولات غذایی می‌باشد. همچنین فیبر حاصل از مرکبات دارای اثرات سلامت بخشی نظیر کاهش احتمال ابتلا به کبد چرب و حفظ سلامت دستگاه گوارش می‌باشند [۱۰ و ۱۱]. فیبر پرتقال منبع خوبی از فیبر با تعادل مناسب بین بخش محلول و نامحلول بوده که به علت حضور ترکیبات زیست فعال نظیر ترکیبات فنولی از کیفیت بهتری نیز برخوردار شد [۱۲]. علاوه‌براین، در طی سال‌های اخیر مطالعات متعددی در زمینه اثر انواع فیبر حاصل از میوه و سبزیجات در بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی، حسی و زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در محصولات غذایی مختلف انجام پذیرفته و نتایج قابل قبولی در این زمینه گزارش گردیده است [۹,۱۰,۱۳,۱٤]. آب میوه‌ها دارای موادمغذی مفیدی مانند موادمعدنی، ویتامین‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشند و می‌توانند ماده‌ای مناسب برای کشت باکتری‌ها باشند. این محصولات خود علاوه بر طعم و مزه مطلوب، فراورده‌ای سلامت‌بخش بوده و توسط گستره‌ی وسیعی از مردم مصرف می‌شوند [۱۵, ۱٦]. لذا این محصولات از پتانسیل بالا برای تبدیل شدن به محصول پروبیوتیک برخوردار می‌باشند [۲,۳,۱٦و۱۷]. در بین انواع آب‌میوه‌ها آب سیب (*Malus domestica*) به دلیل میزان بالای تولید سیب و ارزش تغذیه‌ای بالای آن و همچنین پذیرش بالا توسط مصرف‌کنندگان می‌تواند به‌عنوان محیطی مناسب برای رشد باکتری‌های پروبیوتیک باشد [۱۸]. با این حال ترکیب انواع آب میوه‌ها با خصوصیات عملکردی مختلف علاوه بر بهبود خصوصیات حسی محصول نهایی می‌تواند منجر به افزایش ارزش تغذیه‌ای و همچنین بهبود عملکرد و حفظ بیشتر باکتری‌های پروبیوتیک گردد که در این زمینه می‌توان به مطالعات انجام پذیرفته در رابطه با تولید نوشیدنی پروبیوتیک برپایه آب گوجه‌فرنگی و مخلوط سبزیجات فلفل دلمه‌ای، کرفس و گشنیز و تولید آب سیب-زردآلو پروبیوتیک اشاره نمود [۱۵, ۱۹]. آب انبه حاوی مقادیر بالایی از ترکیبات مغذی و فیبرهای رژیمی است که علاوه بر ایجاد اثرات سلامتی بخش در مصرف‌کنندگان از ویژگی‌های مناسبی نیز برای رشد باکتری‌های پروبیوتیک برخوردار می‌باشد که در مطالعات متعددی به اثبات رسیده و می‌تواند به‌صورت ترکیبی با آب‌میوه‌های دیگر به‌منظور بهبود خصوصیات حسی و عملکری آن‌ها مورد استفاده قرار گیرد [۳, ۲۰, ۲۱]. لذا با توجه به مطالب ذکر شده، هدف از این پژوهش بررسی اثر افزودن فیبر پرتقال و آب‌انبه بر زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس کازئی* و خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی

آب سیب سین‌بیوتیک در طول مدت زمان نگهداری ٤٥ روز در دمای ٤ درجه سلسیوس می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد مورد استفاده در تولید آب‌سیب سین‌بیوتیک

مواد اولیه مورد استفاده در این تحقیق شامل، میوه سیب و انبه می‌باشد که از بازار محلی (تبریز، ایران) خریداری گردید و قبل و بعد از تهیه آب‌میوه تا زمان آزمون در دمای یخچال (٤ درجه سلسیوس) نگهداری شد. همچنین فیبر پرتقال از شرکت CRT (تهران، ایران) و سویه‌های باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی* (PTCC ١٦٠٨) از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران (تهران، ایران) خریداری شد. کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در آنالیز نمونه‌ها نیز از برند مرک (آلمان) تهیه گردید.

۲-۲- طرز تهیه آب سیب سین‌بیوتیک

برای تهیه نمونه‌های آب‌سیب و آب انبه، جداسازی ضمائم همراه میوه‌ها انجام پذیرفته و در ادامه پس از شستشو با آب، پوست‌گیری و خرد کردن دستی، آماده‌سازی نمونه‌های آب‌سیب و آب انبه با آبمیوه‌گیری آزمایشگاهی (هالد، H-250، ایران) انجام پذیرفت. برای این منظور نمونه‌های آب سیب سین‌بیوتیک مطابق با طرح ارائه شده در جدول ۱ با افزودن مقادیر تعیین شده از آب انبه (۰ و ۱۰ درصد حجمی/حجمی) و فیبر پرتقال (۰ و ۰/۵ وزنی/حجمی) تهیه گردید. لازم به ذکر است که مقادیر تعیین شده برای هرفاکتور از طریق آزمون‌های اولیه (پری تست) و با در نظر گرفتن حداقل اثر ترکیبات افزوده شده بر خصوصیات حسی اولیه نمونه‌های تولید شده تعیین گردیده است. در ادامه پاستوریزاسیون نمونه‌های آب‌سیب سین‌بیوتیک تهیه شده با حرارت‌دهی در بنماری (Memmert، آلمان) در دمای ۹۰ درجه سلسیوس به مدت ٤ دقیقه انجام شد. پس از پاستوریزاسیون و خنک شدن نمونه‌ها تا دمای محیط، سویه‌ی پروبیوتیکی *لاکتوباسیلوس کازئی* به نمونه‌ها اضافه گردید. برای این منظور مطابق طرح ارائه شده، جهت انحلال سوش‌های لیوفلیزه از محیط کشت مایع عصاره قلب و مغز (BHI.B) استفاده شد. محلول حاصل همزمان به محیط کشت جامد عصاره قلب و مغز انتقال داده شده و به‌مدت ٢٤ الی ٤٨ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس انکوباسیون گردید. بعد از ۲ بار تجدید کشت، از آخرین کشت ٢٤ ساعته، سوسپانسیون باکتری (معادل 10^8 کلنی در هر میلی‌لیتر) تهیه شد و جهت اضافه کردن به نمونه‌ها مورد استفاده قرار گرفت [۲].

Table 1 The combination of treatments

Treatment	*Lactobacillus Casei* (CFU/ml)	Orange fiber (w/v)	Mango juice (v/v)
C	10^8	0	0
T_1	10^8	0	10
T_2	10^8	0.5	0
T_3	10^8	0.5	10

C: control; T_1: synbiotic apple juice containing 10%mango juice; T_2: synbiotic apple juice containing 0.5% orange fiber; T_3: synbiotic apple juice containing 10% mango juice and 0.5% orange fiber

۲-۳- آزمون‌های شیمیایی

میزان pH نمونه‌ها، با وارد کردن مستقیم الکترود دستگاه pH متر کالیبره شده (Mettler Toledo، سوئیس) به داخل نمونه و بعد از ثابت شدن عدد، قرائت شد [۳]. به‌منظور اندازه‌گیری اسیدیته، از روش تیتراسیون با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال استفاده گردید [۳]. همچنین برای تعیین میزان بریکس نمونه‌ها از دستگاه رفراکتومتر دستی (Atago، ژاپن) در دمای ۲۰ درجه سلسیوس استفاده گردید [۲۲].

۲-٤- اندازه گیری ویسکوزیته

ویسکوزیته نمونه‌ها با استفاده از دستگاه ویسکومتر بروکفیلد (DV-II، مدل ۲۰۰،آمریکا) با اسپیندل شماره ۲ با سرعت برشی ۲۰۰ دور بر دقیقه و در دمای ٤ درجه سلسیوس اندازه گیری شد [۳].

۲-٥- زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها

برای شمارش پروبیوتیک‌ها از محیط کشت (De Man, Rogosa and Sharpe agar) MRS بایل آگار استفاده گردید. برای انجام کشت از نمونه‌های آب میوه، ۱ میلی‌لیتر

توسط سمپلر برداشته شده و تا 10^{-7} رقیق سازی انجام گردید. در ادامه از ٤ رقت پایانی کشت سطحی انجام شد و بعد از ٤٨ ساعت انکوباسیون در دمای ٣٧ درجه سلسیوس در شرایط هوازی، کلنی‌های موجود شمارش شده و نتیجه‌ی حاصل از شمارش پلیت‌های استاندارد مورد ارزیابی قرار گرفته و بر اساس Log CFU/ml گزارش گردیدند [٢٢].

٢-٦- ارزیابی حسی

ارزیابی خواص حسی از لحاظ پذیرش کلی میان ٤ نمونه‌ی آب سیب سین‌بیوتیک حاوی مقادیر مختلف فیبر پرتقال و آب انبه، با استفاده از طرح هدونیک ٥ نقطه‌ای (١= خیلی بد و ٥=خیلی خوب) توسط ٣٠ نفر ارزیاب غیرحرفه‌ای در روز اول و روز ٤٥ انجام پذیرفت [٢].

٢-٧- روش تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق نمونه‌های آب سیب سین‌بیوتیک حاوی صفر و ١٠ درصد آب انبه و صفر و ٠/٥ درصد فیبر پرتقال در سه تکرار تهیه شده و تحت آزمون‌های شیمیایی و میکروبی در روز اول، ١٥، ٣٠ و روز ٤٥ و آزمون ویسکوزیته و ارزیابی حسی در دو روز اول و روز ٤٥ قرار گرفتند. طرح آماری مورد استفاده، در قالب طرح کاملاً تصادفی بوده و برای تأیید وجود اختلاف بین میانگین‌ها از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) و آزمون دانکن در سطح احتمال ٥ درصد ($p<0.05$) استفاده شد. برای تجزیه وتحلیل داده ها از نرم افزار آماری SPSS 26 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) استفاده گردید.

٣- نتایج و بحث

٣-١- میزان زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک

شکل ١ نشانگر نتایج مقایسه میانگین تاثیر تیمارهای مورد بررسی بر زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس کازئی* در طی ٤٥ روز نگهداری در دمای ٤ درجه سلسیوس می‌باشد. مطابق نتایج به‌دست آمده، افزودن آب انبه و فیبر پرتقال در نمونه‌های آب سیب اثر معنی‌داری ($p<٠/٠٥$) بر میزان زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس کازئی* داشته است. به‌طوری‌که در روز ٤٥ نمونه C (٧/٣٣±٠/١٧LogCFU/ml) و نمونه T_3 (Log ٨/٢٦±٠/٣٨CFU/ml) به ترتیب دارای کمترین و بیشترین میزان زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس کازئی* بودند. همچنین مقادیر باکتری پروبیوتیک تا روز ١٥ از روند افزایشی و بعد از آن از روند نزولی برخوردار بود. این امر می‌تواند با وجود ترکیبات محرک رشد پروبیوتیک‌ها نظیر فیبر پرتقال و مقادیر بالای فیبرهای محلول موجود در آب انبه در ارتباط باشد [٢٣]. ترکیبات افزوده شده به‌دلیل خاصیت پری‌بیوتیکی، می‌توانند به عنوان منبع کربن و انرژی توسط باکتری‌های پروبیوتیک مورد استفاده قرار گرفته و منجر به افزایش رشد و بقاء این میکروارگانیسم‌ها گردند [١٥]. به‌طوری‌که ساح و همکاران (٢٠١٦) اثر معنی‌دار فیبر آناناس در ماست را بر افزایش ٣ باکتری پروبیوتیک از جمله *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* گزارش نمودند. مطابق نتایج این محققان، اثرات مثبت فیبر آناناس بر بقای باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* می‌تواند به دلیل حضور مقادیر قابل توجهی از انواع ترکیبات مغذی مانند پروتئین‌ها، چربی‌ها، مواد معدنی، کاتیون‌ها و عوامل رشد باشد [٢٤]. با توجه به مطالعه حاضر به نظر می‌رسد ماهیت باکتری و نوع و مقادیر به‌کار رفته از فیبر رژیمی بر بقای پروبیوتیک‌ها موثر باشند. به‌طوریکه تفاوت ایجاد شده در میزان زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس کازئی* در نمونه‌های حاوی فیبر پرتقال و آب انبه می‌تواند به علت تفاوت در ساختار شیمیایی (شاخه‌ای یا خطی بودن)، درجه پلیمریزاسیون، حلالیت و ترکیب واحدهای مونومری باشد که کاربرد و مصرف پری‌بیوتیک‌ها توسط میکروارگانیسم‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهند [١٠]. مطالعه گادرسکا و همکاران (٢٠٠٧) در رابطه با اثر افزودن فیبر جوی دوسر و میوه‌ی هموژن شده‌ی موز بر میزان زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *بیفیدوباکتریوم بیفیدوم* در آب هویج نشانگر اثر قابل توجه نمونه‌های حاوی فیبر جوی دوسر در حفظ بقای *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* به مدت ٢٨ روز در دمای یخچال بود [٢٥]. افزایش زنده‌مانی و حفظ جمعیت پروبیوتیک‌ها در حضور فیبر، توسط نازارو و همکارانش(٢٠٠٨) نیز در زمینه افزایش ٣ واحد لگاریتمی در تعداد *لاکتوباسیلوس رامنوسوس* و *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* در آب هویج حاوی اینولین گزارش شده است [٢٦]. مطابق نتایج به‌دست آمده اثر مدت زمان نگهداری بر بقای باکتری‌های پروبیوتیک معنی‌دار بوده است. این امر می‌تواند در نتیجه رشد باکتری پروبیوتیک به دلیل وجود مواد مغذی و تولید و تجمع ترکیباتی نظیر اسید لاکتیک، دی استیل و استالدئید در نتیجه رشد تصاعدی باکتری

پروبیوتیک در طی زمان نگهداری باشد که منجر به کاهش زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس کازئی* در طی مدت زمان نگهداری گردید [۲, ۲۳]. نتایج مشابهی نیز توسط سید احمدی ممقانی و همکاران (۲۰۲۰) در زمینه کاهش تعداد باکتری‌های پروبیوتیک با گذشت زمان در آب هویج سین‌بیوتیک حاوی *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* و *لاکتوباسیلوس کازئی* و یورگانلو و همکاران (۲۰۱۹) در رابطه با اثر مدت زمان نگهداری بر حفظ زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس کازئی* در مخلوط آب میوه سیب-زردآلو گزارش گردیده است [۲, ۱۵]. با این حال تمام نمونه‌های مورد ارزیابی بعد از گذشت ۴۵ روز دارای مقادیر کافی از باکتری پروبیوتیک (۷-۶ Log CFU/ml) بوده و می‌توانند به‌عنوان یک نوشیدنی پروبیوتیک مورد استفاده قرار گیرند.

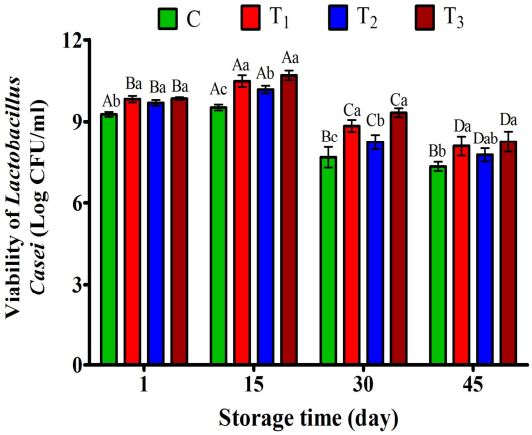

Fig 1 Viability of *Lactobacillus casei* in synbiotic apple juice during the 45-days storage time (Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the same column and row indicate significant differences (P<0.05). Capital letters indicate storage time effect and small letters indicate treatment effect during storage time. C: control; T_1: synbiotic apple juice containing 10%mango juice; T_2: synbiotic apple juice containing 0.5% orange fiber; T_3: synbiotic apple juice containing 10% mango juice and 0.5% orange fiber

۳-۲-تغییرات میزان pH و اسیدیته نمونه‌های آب سیب سین‌بیوتیک

نتایج مقایسه میانگین تغییرات pH و اسیدیته نمونه‌های آب سیب سین‌بیوتیک (جدول ۲) نشانگر اثر معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) افزودن فیبر پرتقال و آب انبه بر پارامترهای مورد ارزیابی بود. مطابق نتایج به‌دست آمده، مقادیر pH نمونه‌های آب سیب با گذشت زمان از روند نزولی برخوردار بود به‌طوری‌که نمونه C (۳/۷۰±۰/۰۲) و نمونه T_3 (۳/۴۰±۰/۰۲) در روز ۴۵ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان pH بودند. همچنین بیشترین میزان اسیدیته مربوط به تیمار آب سیب سین‌بیوتیک حاوی فیبر پرتقال و آب انبه به صورت ترکیبی (۰/۰۲±۰/۹۵درصد) و کمترین میزان اسیدیته مربوط به تیمار شاهد (۰/۰۱±۰/۶۸ درصد) در روز ۴۵ بود. این امر می‌تواند به‌دلیل فراهم کردن شرایط زنده‌مانی و فعالیت باکتری‌های پروبیوتیک از طریق مصرف ترکیبات قندی و تولید اسیدهای آلی باشد که با نتایج حاصل از میزان زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس کازئی* نیز مطابقت داشت [۳, ۱۹]. تغییرات pH و اسیدیته نمونه‌های حاوی فیبر پرتقال و آب انبه می‌تواند ناشی از اثر شرایط ماندگاری، افزایش فعالیت متابولیکی باکتری‌ها، تولید اسید لاکتیک، تجزیه اسیدهای چرب و ترکیبات مختلف فیبرها نظیر پکتین‌ها، نوع، مقدار و خواص آن‌ها باشد، به‌طوری‌که با افزایش تراکم باکتری، اسیدیته نمونه‌های آب سیب نیز به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است [۹]. در این رابطه، بابائی و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه خود در زمینه تولید مخلوط آب سبزیجات شامل آب گوجه‌فرنگی، آب فلفل‌دلمه‌ای سبز، آب کرفس و آب گشنیز با استفاده از باکتری‌های پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس کازئی* و *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس*، افزایش تراکم باکتری در زمان نگهداری و کاهش pH و افزایش اسیدیته نمونه‌های آب‌میوه را گزارش نمودند [۱۹]. طاهری و همکاران (۲۰۲۰) نیز در مطالعه خود فعالیت هرچند اندک *لاکتوباسیلوس رامنوسوس جی جی* و *لاکتوباسیلوس پاراکازئی* را در دسر نوشیدنی سین‌بیوتیک کم لاکتوز گزارش نمودند. طبق نتایج این محققان این امر می‌تواند به دلیل فعال بودن آنزیم بتا گالاکتوزیداز در دمای یخچالی باشد [۲۷]. نتایج به‌دست آمده در رابطه با تغییرات اسیدیته با نتایج حاصل از تغییرات pH نمونه‌های آب‌میوه نیز مطابقت داشت. در بررسی‌های انجام شده توسط یون و همکاران (۲۰۰۶) بر روی تولید آب کلم پروبیوتیک توسط *لاکتوباسیلوس کازئی* [۲۸] و اپینوزا و ناوارو (۲۰۱۰) در رابطه با رفتار *لاکتوباسیلوس کازئی* در آب گوجه‌فرنگی، مشاهده شده‌است که باکتری‌های پروبیوتیک توانایی کاهش pH و افزایش اسیدیته آب‌میوه و سبزیجات را با تولید اسیدهای آلی دارا می‌باشند [۲۹]. در بررسی دیگری توسط نوئالکاکول و همکاران (۲۰۱۱) بر روی

بقا و عملکرد *بیفیدوباکتریوم لانگوم* در آب میوه‌هایی مانند پرتقال، گریپ فروت، آناناس و انار مشاهده شد که این باکتری با فعالیت‌های خود باعث افزایش میزان استیک اسید و سیتریک اسید در این آب میوه‌ها گردیدند [۳۰].

Table 2 pH and acidity changes of synbiotic apple juice during the 45-days storage time

Parameters	Treatment	Storage time (day)			
		1	15	30	45
pH	C	3.83 ± 0.02^{Aa}	3.77 ± 0.04^{Ba}	3.73 ± 0.01^{BCa}	3.70 ± 0.02^{Ca}
	T_1	3.72 ± 0.03^{Ac}	3.58 ± 0.03^{Bc}	3.51 ± 0.01^{Cc}	3.45 ± 0.02^{Dc}
	T_2	3.78 ± 0.01^{Ab}	3.67 ± 0.03^{Bb}	3.60 ± 0.01^{Cb}	3.56 ± 0.01^{Db}
	T_3	3.69 ± 0.01^{Ac}	3.52 ± 0.05^{Bc}	3.44 ± 0.03^{Cd}	3.40 ± 0.02^{Cd}
Acidity (%)	C	0.56 ± 0.02^{Cc}	0.62 ± 0.04^{Bd}	0.66 ± 0.02^{ABd}	0.68 ± 0.01^{Ad}
	T_1	0.72 ± 0.03^{Ca}	0.81 ± 0.01^{Bb}	0.85 ± 0.03^{ABb}	0.89 ± 0.02^{Ab}
	T_2	0.63 ± 0.02^{Cb}	0.70 ± 0.01^{Bc}	0.76 ± 0.03^{Ac}	0.79 ± 0.01^{Ac}
	T_3	0.76 ± 0.03^{Ca}	0.87 ± 0.02^{Ba}	0.91 ± 0.02^{ABa}	0.95 ± 0.02^{Aa}

Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the same column and row indicate significant differences ($P<0.05$). Capital letters indicate storage time effect and small letters indicate treatment effect during storage time. C: control; T_1: synbiotic apple juice containing 10%mango juice; T_2: synbiotic apple juice containing 0.5% orange fiber; T_3: synbiotic apple juice containing 10% mango juice and 0.5% orange fiber.

۳-۳- تغییرات میزان مواد جامد محلول آب سیب سین‌بیوتیک

نتایج به‌دست آمده از ارزیابی میزان تغییرات مواد جامد محلول نمونه‌های آب سیب تیمار شده (جدول ۳) نشانگر اثر معنی‌دار افزودن فیبر پرتقال و آب انبه بر میزان بریکس نمونه‌های آب سیب سین‌بیوتیک بود. به‌طوری‌که بیشترین و کمترین میزان مواد جامد محلول نمونه‌های آب‌میوه به ترتیب مربوط به نمونه T_2 (۰/۰۲±۱۳/۰۹٪) و نمونه T_1 (۰/۰۸±۱۱/۹۸٪) در روز ٤٥ بود. افزایش در میزان مواد جامد محلول نمونه‌های آب سیب با افزودن فیبر پرتقال و آب انبه می‌تواند با میزان بالای مواد جامد محلول موجود در این ترکیبات نسبت به آب سیب در ارتباط باشد. با این حال روند تغییرات موادجامد محلول در تمامی نمونه‌ها با گذشت زمان از روند نزولی برخوردار بود که می‌تواند به دلیل اثرات پری‌بیوتیکی ترکیبات افزوده شده و مناسب کردن شرایط فعالیت *لاکتوباسیلوس کازئی* و متابولیسم ترکیبات قندی توسط باکتری‌های پروبیوتیک و تولید اسیدهای آلی باشد [۳, ۲۳]. شدت کاهش بریکس در نمونه‌های تیمار شده به میزان قند موجود در محیط بستگی دارد لذا کاهش بیشتر بریکس نمونه‌های حاوی آب انبه می‌تواند به دلیل بالا بودن میزان قند محیط و متعاقباً رشد سریعتر باکتری‌های پروبیوتیک باشد که در نهایت منجر به کاهش میزان قند کل و بریکس محصول می‌گردد [۳۱]. مطابق مطالعه انجام شده توسط حسینی و همکاران (۲۰۱۷) میکروارگانیسم‌ها برای استفاده از موادغذایی سوبسترا، در نوع قندها تمایز ایجاد می‌کنند. به‌طوری‌که قندهای میوه نسبت به الکتوفروکتوساکاریدها ترجیح داده می‌شوند [۳۱]. در پژوهشی که توسط نوئالکاکول و همکاران (۲۰۱۱) انجام گرفت نتایج مشابهی در زمینه فعالیت *بیفیدوباکتریوم لانگوم* طی مدت نگهداری در آب میوه‌هایی مانند آب پرتقال، گریپ فروت، آناناس، انار و توت فرنگی در طی مدت ٦ هفته نگهداری در دمای ٤ درجه سلسیوس و کاهش میزان ترکیبات قندی و متعاقباً میزان مواد جامد گزارش گردید [۳۰].

Table 3 Total soluble solid (%) changes of synbiotic apple juice during the 45-days storage time

Treatment	Storage time (day)			
	1	15	30	45
C	13.20 ± 0.05^{Ab}	13.01 ± 0.10^{Bb}	12.90 ± 0.06^{Bb}	12.87 ± 0.08^{Bb}
T_1	12.57 ± 0.12^{Ac}	12.30 ± 0.08^{Bd}	12.11 ± 0.05^{Cd}	11.98 ± 0.08^{Cd}
T_2	13.61 ± 0.17^{Aa}	13.37 ± 0.06^{Ba}	13.22 ± 0.06^{BCa}	13.09 ± 0.02^{Ca}
T_3	13.06 ± 0.12^{Ab}	12.65 ± 0.02^{Bc}	12.43 ± 0.04^{Cc}	12.24 ± 0.10^{Dc}

Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the same column and row indicate significant differences ($P<0.05$). Capital letters indicate storage time effect and small letters indicate treatment effect during storage time. C: control; T_1: synbiotic apple juice containing 10%mango juice; T_2: synbiotic apple juice containing 0.5% orange fiber; T_3: synbiotic apple juice containing 10% mango juice and 0.5% orange fiber.

احمدی ممقانی و همکاران (۲۰۲۰) نیز در مطالعه خود کاهش میزان مواد جامد محلول در آب هویج سین‌بیوتیک را با تغذیه و فعالیت باکتری‌های پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس کازئی* و *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* و استفاده از ترکیبات قندی و متعاقباً کاهش مواد جامد محلول در ارتباط دانسته‌اند [۲]. نتایج مشابهی نیز توسط دلیری و همکاران (۲۰۲۰) در رابطه با تغییرات بریکس آب مخلوط میوه‌های آلبالو، کرن‌بری و سیب و بابائی و همکاران (۲۰۱۸) در رابطه با کاهش بریکس ناشی از فعالیت باکتری‌های پروبیوتیک در آب گوجه فرنگی حاوی مخلوط آب فلفل‌دلمه‌ای، کرفس و گشنیز گزارش گردیده است [۱۶, ۱۹].

۳-٤- تغییرات میزان ویسکوزیته نمونه‌های آب سیب سین‌بیوتیک

شکل ۲ نشانگر نتایج اثر افزودن آب انبه و فیبر پرتقال بر میزان ویسکوزیته نمونه‌های آب سیب سین‌بیوتیک می‌باشد. مطابق نتایج به دست آمده اثر آب انبه و فیبر پرتقال و همچنین مدت زمان نگهداری بر تغییرات میزان ویسکوزیته نمونه‌های آب سیب معنی‌دار بود. این امر می‌تواند به‌دلیل استفاده از ترکیبات پری‌بیوتیکی در نمونه‌های آب میوه باشد که به دلیل ماهیت فیبری و جذب آب، منجر به افزایش مقدار ویسکوزیته در طول زمان گردید. به‌طوری‌که افزایش ویسکوزیته در نمونه‌ها با گذشت زمان می‌تواند ناشی از اصلاح و تغییر در ساختار فیبرهای نامحلول و تبدیل آنها به فیبرهای محلول و قابلیت جذب آب توسط گروه‌های هیدروکسیل موجود باشد. لذا به نظر می‌رسد که ترکیبات موجود در ساختار فیبر، با ایجاد پیوندهای هیدروژنی جذب آب را افزایش داده و میزان افزایش بسته به ساختار فیبر متفاوت است. مطابق نتایج به‌دست آمده در روز ٤٥ نمونه حاوی ترکیب آب انبه و فیبر پرتقال از ویسکوزیته بالایی نسبت به سایر تیمارها برخوردار بود. این امر می‌تواند به دلیل حضور مقادیر بالایی ترکیبات با قابلیت جذب مولکول‌های آب در این نمونه باشد که منجر به افزایش معنی‌دار ویسکوزیته نسبت به نمونه‌ی شاهد گردید [۳]. در این رابطه، قاسمی و همکاران (۲۰۱۹) به این نتیجه دست یافتند که استفاده از فیبر حاصل از ضایعات آناناس، انار و گندم به‌دلیل ظرفیت نگهداری آب و جذب آب این ترکیبات بر ویسکوزیته نمونه‌های ماست تاثیرگذار بوده‌اند [۹]. علیزاده و همکاران (۲۰۲۱) نیز نتایج مشابهی را در زمینه افزایش ویسکوزیته آب انبه بدون قند سین‌بیوتیک حاوی باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس کازئی* با افزودن اینولین و استویا گزارش نمودند [۳]. همچنین نتایج به دست آمده با یافته‌های علیزاده (۲۰۲۱) در زمینه تغییرات ویسکوزیته آب انبه پروبیوتیک حاوی *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* مطابقت داشت [۲۳]. نتایج مشابهی نیز توسط شریعتمدار تهرانی و شریفی (۲۰۱۷) در رابطه با اثر فیبر شوید و ریحان در جذب آب و افزایش ویسکوزیته نمونه‌های ماست سین‌بیوتیک گزارش گردید [۱۰].

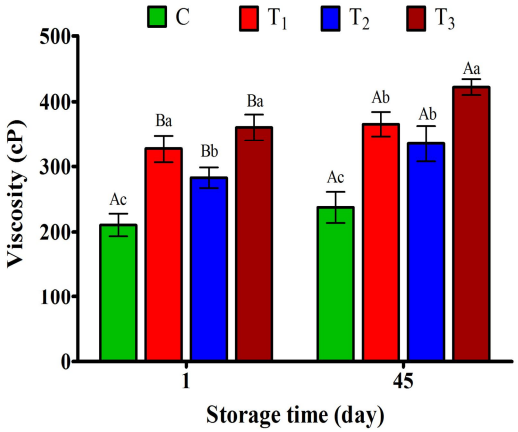

Fig 2 Viscosity changes of synbiotic apple juice during the 45-days storage time (Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the same column and row indicate significant differences ($P<0.05$). Capital letters indicate storage time effect and small letters indicate treatment effect during storage time. C: control; T_1: synbiotic apple juice containing 10%mango juice; T_2: synbiotic apple juice containing 0.5% orange fiber; T_3: synbiotic apple juice containing 10% mango juice and 0.5% orange fiber

۳-۵- ارزیابی ویژگی‌های حسی آب سیب سین‌بیوتیک

نگرانی اساسی در تمام آزمون‌های حسی میزان پذیرش محصول از طرف مصرف‌کننده می‌باشد. نتایج (شکل ۳) حاکی از آن است که میزان پذیرش کلی محصول رابطه نزدیکی با میزان فعالیت باکتری‌های پروبیوتیک دارد به طوری که با افزایش میزان فعالیت پروبیوتیک‌ها از مقبولیت محصول کاسته شده است. این امر می‌تواند در اثر فعالیت باکتری‌های اسید لاکتیک، در تولید ترکیباتی باشد که مسئول ایجاد عطر و بوی مخصوص فرآورده‌های تخمیری است و ممکن است برای تمامی افراد خوشایند نباشد [۲۷]. همان گونه که مشخص

است تغییرات معنی‌داری در بین تیمارها در روز اول در خصوص پذیرش کلی نمونه‌ها ایجاد نگردیده است. با این حال مقادیر نمرات حسی کلیه نمونه‌ها با گذشت زمان از روند نزولی برخوردار بود. دلیل این امر می‌تواند ناشی از رشد باکتری‌های پروبیوتیک در آب میوه وافزایش کدورت و کاهش شفافیت و همچنین افزایش اسیدیته ناشی از تولید اسید لاکتیک در نمونه‌های آب سیب سین‌بیوتیک باشد [۲۷]. لذا به نظر می‌رسد دلیل امتیاز بالای داده شده توسط ارزیابان حسی به نمونه‌های حاوی آب انبه، پوشش کدورت ذکر شده و عطر و طعم بهتر آن‌ها باشد. تاثیر مشابهی نیز با اضافه کردن آب انبه می‌توان در خصوص طعم و بوی نمونه‌ها انتظار داشت. در این زمینه قاسمی و مهدیان (۲۰۱۹) در مطالعه خود در زمینه استفاده از فیبرآناناس، انار و گندم در ماست سین‌بیوتیک حاوی باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* به این نتیجه دست یافتند که استفاده از ترکیبات با طعم انواع میوه به صورت ترکیبی منجر به اثرات حسی بهتری در مصرف‌کنندگان گردید [۹].

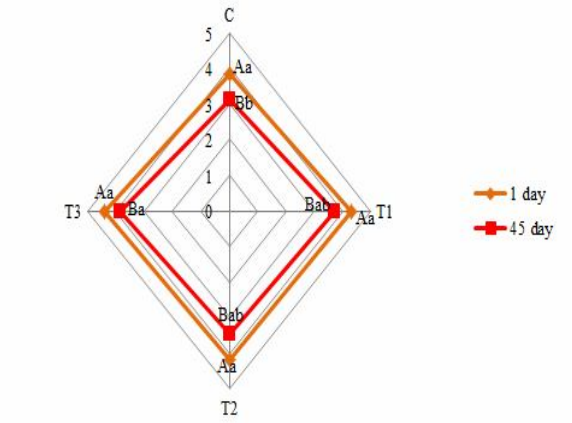

Fig 3 Overall acceptability of synbiotic apple juice during the 45-days storage time (Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the same column and row indicate significant differences (P<0.05). Capital letters indicate storage time effect and small letters indicate treatment effect during storage time. C: control; T_1: synbiotic apple juice containing 10%mango juice; T_2: synbiotic apple juice containing 0.5% orange fiber; T_3: synbiotic apple juice containing 10% mango juice and 0.5% orange fiber

نتایج به‌دست آمده با یافته‌های شریعتمدار تهرانی و شریفی (۲۰۱۵) در رابطه با بهبود خواص حسی نمونه‌های ماست سین‌بیوتیک با افزودن ۰/۳ درصد فیبر ریحان مطابقت داشت [۱۰]. نتایج مشابهی نیز توسط طاهری و همکاران (۲۰۲۰) در رابطه با اثر افزایش رشد باکتری‌های پروبیوتیک در کاهش نمرات حسی دسر نوشیدنی تخمیری کم لاکتوز و بابائی و همکاران (۲۰۱۸) در رابطه با کاهش نمرات حسی نمونه‌های آب گوجه‌فرنگی حاوی مخلوط آب فلفل دلمه‌ای، کرفس و گشنیز با گذشت زمان گزارش گردید [۱۹, ۲۷].

٤- نتیجه گیری کلی

نتایج این کار پژوهشی نشان می‌دهد که آب سیب حاوی ۱۰ درصد آب انبه و ۰/۵ درصد فیبر پرتقال به صورت ترکیبی حامل مناسبی برای باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس کازئی* بوده و امکان حفظ جمعیت پروبیوتیک‌ها را تا مدت زمان ٤٥ روز امکان‌پذیر می‌نماید. همچنین طبق نتایج به‌دست آمده، افزودن فیبر پرتقال و آب انبه منجر به تغییرات معنی‌دار در خصوصیات فیزیکوشیمیایی محصول نهایی نظیر pH، اسیدیته، میزان مواد جامد محلول و ویسکوزیته گردیده و همچنین دارای اثر مثبتی بر زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس کازئی* در طی دوره‌ی نگهداری بود. طبق نتایج به‌دست آمده، اگرچه میزان نمرات حسی نمونه‌های آب سیب سین‌بیوتیک با گذشت زمان از روند نزولی برخوردار بود، با این حال افزودن آب انبه و فیبر پرتقال منجر به بهبود ویژگی‌های حسی محصول نهایی در مقایسه با نمونه شاهد گردید. در نهایت نتایج این تحقیق می‌تواند نویدبخش تولید نوشیدنی مفید و سلامتی‌بخش آب سیب سین‌بیوتیک با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی مطلوب باشد.

٥- تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از مدیریت گروه و آزمایشگاه دانشگاه آزاداسلامی واحد تبریز و مدیریت و واحد تحقیق و توسعه شرکت آسیاشور، کمال تشکر و قدردانی را می‌نمایند.

٦- منابع

[1] Soofi, M., Alizadeh, A., and Mousavi Kalajahi, S.E. (2019). Optimization of low fat prebiotic yogurt processing containing inulin at different temperatures and shear stresses. Iranian Journal of Food Science and Technology. 16 (86):109–118.

[2] Seyed Ahmadi Mamaghani, M. H., Alizadeh, A., and Soofi, M. (2020). Effect of ultrasound treatment on the viability of probiotics and physicochemical properties of synbiotic carrot juice. Iranian Journal of Food Science and Technology. 16 (96):15–25.

[3] Alizadeh, A., Aghayi, N., Soofi, M., and Roufegarinejad, L. (2021). Development of synbiotic added sucrose-free mango nectar as a potential substrate for Lactobacillus casei: Physicochemical characterisation and consumer acceptability during storage. Acta Alimentaria 50(3): 299-309.

[4] Khanbagy Dogahe, M., Towfighi, A., Khosravi-Darani, K., Dadgar, M., Mortazavian, A.M., and Ahmadi, N. (2013). Influence of pomegranate peel on viability of probiotic bacteria in pomegranate juice. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 7 (5):17–24

[5] Mishra, V., and Prasad, D.N. (2005). Application of in vitro methods for selection of Lactobacillus casei strains as potential probiotics. International journal of food microbiology. 103 (1):109–115.

[6]Kullisaar, T., Zilmer, M., Mikelsaar, M., Vihalemm, T., Annuk, H., Kairane, C., and Kilk, A. (2002). Two antioxidative lactobacilli strains as promising probiotics. International journal of food microbiology. 72 (3):215–224.

[7] Soofi, M., and Alizadeh, A. (2014). Applications of inulin in food industries : A Review. Journal of middle east applied science and technology. 4 (4):109–113.

[8] Alizadeh, A., Oskuyi, A.S., and Amjadi, S. (2019). The optimization of prebiotic sucrose-free mango nectar by response surface methodology: The effect of stevia and inulin on physicochemical and rheological properties. Food Science and Technology International. 25 (3):243–251.

[9] Ghasemi, M., and Mahdian, E. (2019). Evaluation of the Prebiotic Effects of Fibers from Pineapple, Pomegranate and Wheat By-products in Synbiotic Yoghurt Containing Probiotic Lactobacillus acidophilus La-5 Bacterium. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 13 (4):89–96.

[10] Shariatmadar tehrani, H., and Sharifi, A. (2017). Investigation of producing synbiotic yogurt including Lactobacillus casei and fiber from basil and dill stems. Journal of innovation food science & emerging technologies. 9 (1):1–13

[11] Pop, C., Suharoschi, R., and Pop, O.L. (2021). Dietary fiber and prebiotic compounds in fruits and vegetables food waste. Sustainability. 13 (13):1–18.

[12] Sendra, E., Kuri, V., Fernández-López, J., Sayas-Barberá , E., Navarro, C., and Pérez-Alvarez, J.A. (2010). Viscoelastic properties of orange fiber enriched yogurt as a function of fiber dose, size and thermal treatment. LWT - Food Science and Technology. 43(4):708–714.

[13] Dello Staffolo, M., Bertola, N., Martino, M., and Bevilacqua, A. (2004). Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. International Dairy Journal. 14 (3):263–268.

[14] Foroughi, M., Keramat, J., and Hashemi, R.M. (2012). The effect of the addition of potato dietary fiber on the chemical characteristics and organoleptic quality of beef sausage. Journal of Food Technology and Nutrition. 9(4):49-60.

[15] Yourghanloo, R.A.Y., Mehryar, H., and Pour, N.K. (2019). The Effect of Addition Inulin and Galactooligosaccharide on the Viability of Microencapsulated Lactobacillus casei in Combined Apple-Apricot Juice. Journal of Innovation in Food Science and Technology. 11 (1):147–160.

[16] Daliri, S., Khorshidpour, B., and Pourahmad, R. (2020). Investigation of the Possibility of Probiotic Juice Production Based on Mixture of Sour Cherry, Cranberry and Apple by Lactobacillus acidofilus and Lactobacillus casei. Food Technology & Nutrition. 17 (3):53–67.

[17] Afzaal, M., Saeed, F., Saeed ,M., Ahmed, A., Ateeq, H., Nadeem, M.T., and Tufail, T. (2020). Survival and stability of free and encapsulated probiotic bacteria under simulated gastrointestinal conditions and in pasteurized grape juice. Journal of Food Processing and Preservation. 44 (3):1-8.

[18] Thakur, A., and Joshi, V.K. (2017). Preparation of Probiotic Apple Juice by Lactic Acid Fermentation. International Journal of Food and Fermentation Technology. 7(1):67-85.

[19] Babaei, M., Hashemiravan, M., and Pourahmad, R. (2018). Production of probiotic beverage based on Tomato juice and mixture of Sweet pepper, Celery and

Coriander juices. Iranian Journal of Food Science and Technology. 15(74):331–341

[20] Adebayo-Tayo, B.C., Olomitutu, F.O., and Adebami, G.E. (2021). Production and evaluation of probioticated mango juice using Pediococcus pentosaceus and Pediococcus acidilactici during storage at different temperature. Journal of Agriculture and Food Research. 6 (3):100202.

[21] Reddy, L.V., Min, J., and Wee, Y. (2015). Production of Probiotic Mango Juice by Fermentation of Lactic Acid Bacteria. Microbiology and Biotechnology Letters. 43(2):120–125.

[22] Yoon, K.Y., Woodams, E.E., and Hang, Y.D. (2005). Fermentation of beet juice by beneficial lactic acid bacteria. LWT - Food Science and Technology. 38(1):73–75.

[23] Alizadeh, A. (2021). Mango nectar as a substrate for L. Plantarum: effect of stevia and inulin on probiotic viability and physico-chemical properties of the synbiotic product. Journal of Food Measurement and Characteristics. 15: 4226-4232.

[24] Sah, B.N.P., Vasiljevic, T., McKechnie, S., and Donkor, O.N. (2016). Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. LWT-Food Science and Technology. 65:978–986

[25]Goderska ,K., Czarnecka, M., and Czarnecki, Z. (2007). Effect of prebiotic additives to carrot juice on the survivability of Lactobacillus and Bifidobacterium bacteria. Polish Journal of food and Nutrition Science. 57(4):427–432.

[26]Nazzaro, F., Fratianni, F., Sada, A., and Orlando, P. (2008). Synbiotic potential of carrot juice supplemented with Lactobacillus spp. and inulin or fructooligosaccharides. Journal of the Science of Food and Agriculture. 88 (13):2271–2276.

[27]Taheri, S., Khomeiri, M., Aalami, M., and Moayedi, A. (2020). Fermented and Low-Lactose Nonfermented Synbiotic Drinking Desserts Containing Equal Mixture of Lactobacillus Rhamnosus GG and Lactobacillus Paracasei. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 14 (4):27–36.

[28] Yoon, K.Y., Woodams, E.E., and Hang, Y.D. (2006). Production of probiotic cabbage juice by lactic acid bacteria. Bioresource technology. 97(12):1427–1430.

[29] Rivera-Espinoza, Y., and Gallardo-Navarro, Y. (2010). Non-dairy probiotic products. Food microbiology. 27(1):1–11.

[30] Nualkaekul, S., and Charalampopoulos, D. (2011). Survival of Lactobacillus plantarum in model solutions and fruit juices. International Journal of Food Microbiology. 146 (2):111–117.

[31] Hosseini, M., Rezazad Bari, M., and Alizadeh Khaledabad, M. (2017). Production of synbiotic juice: study on the effect pH, Brix, Formalin index and Rheological. Iranian Journal of Food Science and Technology. 14 (63):73–81.

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Effect of incorporating orange fiber and mango juice on survival of *Lactobacillus Casei*, physicochemical and sensory properties of synbiotic apple juice

Torabi, L. [1], Roufegarinejad, L. [2*], Hanifian, Sh. [3], Soofi, M. [4]

1. M.Sc in Food Science and Technology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
2. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
3. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
4. Ph.D in Food Science and Technology, Research and Development Department, AsiaShoor Company, Tabriz, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2021/ 10/ 23
Accepted 2021/ 12/ 12

Keywords:

Lactobacillus casei,
Mango juice,
Orange juice,
Prebiotic,
Probiotic.

DOI: 10.52547/fsct.19122.23
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.122.7.0

*Corresponding Author E-Mail:
l.roufegari@iaut.ac.ir

ABSTRACT

Growing public awareness about diet-related health issues has significantly led to a progressive demand for producing functional foods based on probiotics. Accordingly, this study aimed to investigate the feasibility of producing synbiotic apple juice containing *Lactobacillus casei* (*L. casei*) as a probiotic bacteria and mango juice (0 and 10% v/v) and orange fiber (0 and 0.5% w/v) as prebiotic agents. In this regard, the viability of *L. casei*, pH, acidity, total soluble solids, viscosity, and sensory properties of the samples were assessed during 45 days of storage at the refrigerated condition. According to the obtained results, incorporating orange fiber and mango juice as prebiotic compounds could significantly improve the viability of *L. casei* and maintain its survival above the minimum recommended value (7 Log CFU/mL) during the storage time. Furthermore, the addition of orange fiber and mango juice had a significant effect ($p<0.05$) on elevating the acidity, soluble solids, and viscosity as well as decreasing the pH value of the synbiotic apple juice samples during the storage time. Although sensory scores of the treatments showed a decreasing trend over time, the addition of mango juice and orange fiber could remarkably improve the overall acceptability of the treated samples compared to the control sample. In general, the results of this study showed that synbiotic apple juice containing orange fiber and mango juice in combination provided the best viability of *L. casei* with acceptable physicochemical and sensory properties and could be introduced as a synbiotic apple juice.