علمی پژوهشی

اثر تیمار فراصوت بر زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها و ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی آب هویج سین‌بیوتیک

میرهاشم سید احمدی ممقانی[۱]، آیناز علیزاده[*۲]، میترا صوفی[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی 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- دانشجوی دکتری گروه مهندسی علوم و صنایع‌غذایی، واحد تحقیق و توسعه، شرکت آسیاشور، تبریز، ایران،
(تاریخ دریافت: ۹۸ /۰۷/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۰۵)

چکیده

با توجه به اثرات نامطلوب اعمال دمای پاستوریزاسیون در فرآوری آب‌میوه‌ها بر موادمغذی و ارزش تغذیه‌ای این محصولات، استفاده از امواج فراصوت جهت غیرفعال‌سازی میکروارگانیسم‌ها و آنزیم‌ها بدون تغییر در خواص کیفی محصول پیشنهاد شده است. در همین راستا، با هدف تولید آب‌هویج سین‌بیوتیک، نمونه‌های آب‌هویج با استفاده از دو روش پاستوریزاسیون (دمای ۹۰ درجه سلسیوس به مدت ٤ دقیقه) و فراصوت (دمای ٦۰ درجه سلسیوس و فرکانس ۳۷ کیلوهرتز به‌مدت ۱۰ دقیقه)، با افزودن دو باکتری پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس کازئی* و *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* به‌همراه ۲ درصد اینولین به‌عنوان ماده پری‌بیوتیک، تهیه شدند. شمارش باکتری‌های پروبیوتیک، pH، اسیدیته، مواد جامد محلول، ویسکوزیته و ارزیابی حسی طی دوره نگهداری ٤۵ روز انجام شد. نتایج نشان‌دهنده اثر معنی‌دار نوع روش فرآوری و زمان، بر بقاء باکتری‌های پروبیوتیک، pH، اسیدیته و بریکس نمونه‌ها بود. اثر روش فرآوری بر ویسکوزیته معنی‌دار نبود و با گذشت زمان بریکس و ویسکوزیته روند کاهشی نشان دادند. نتایج ارزیابی حسی نشان داد روش پاستوریزاسیون باعث کاهش مقبولیت آب هویج سین‌بیوتیک شد. به‌طورکلی، با توجه به اثرات تخریبی حرارت، آب‌هویج سین‌بیوتیک حاوی دو باکتری پروبیوتیک فرآوری شده به روش فراصوت با حداکثر زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک ($\leq 10^{7}$) و با حفظ سایر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و امتیازات حسی بالاتر به‌عنوان یک محصول فراسودمند پیشنهاد شد.

کلید واژگان: آب‌هویج، اینولین، پروبیوتیک، سین‌بیوتیک، فراصوت.

[*] مسئول مکاتبات: a.alizadeh@iaut.ac.ir

۱- مقدمه

در حال حاضر تمایل بسیار زیادی به مصرف موادغذایی عملگرا علاوه بر خواص تغذیه‌ای پایه به وجود آمده است. 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 [۱].در سال‌های اخیر تحقیقات قابل توجهی بر روی خصوصیات و تأیید فواید بالقوه استفاده از پروبیوتیک و پری‌بیوتیک انجام شده است [۲]؛ حفظ میکروفلور طبیعی روده، تقویت سیستم ایمنی بدن، کاهش سطح کلسترول خون و خواص ضدجهش‌زایی و ضدسرطانی پروبیوتیک‌ها از جمله اثرات سلامت بخش این میکروارگانیسم‌ها می‌باشند [۳ و ٤].

لاکتوباسیلوس پلانتاروم و *لاکتوباسیلوس کازئی* دو گونه از باکتری‌های پروبیوتیک مورد استفاده در محصولات غذایی به‌شمار می‌روند. *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* باکتری هتروفرمنتاتیو اختیاری است [٥]، که قادر به تخمیر پلی‌ساکارید رافینوز نیز می‌باشد [٦]. همچنین، این باکتری تحمل بالایی نسبت به pH پایین داشته و بنابراین قابلیت زنده‌مانی و قدرت فعالیت پروبیوتیکی این باکتری نسبت به سایر گونه‌های لاکتوباسیلوس بالاتر است [۷]. همچنین *لاکتوباسیلوس کازئی* نیز یکی از انواع پرکاربرد پروبیوتیک‌ها در فرآورده‌های لبنی به‌شمار می‌رود که زنده‌مانی آن بیشتر از سایر گونه‌ها بوده و قابلیت تولید اسید بالایی دارد [۸]. از مهم‌ترین ویژگی‌های *لاکتوباسیلوس کازئی* می‌توان به خاصیت آنتی اکسیدانی [۹]، فعالیت بر ضد باکتری‌های *اشریشیاکلی*، *استافیلوکوکوس اورئوس* و *سالمونلا تیفی‌موریوم*، مقاومت بالا به آنتی‌بیوتیک، ونکومایسین و آمپی‌سیلین، رشد و فعالیت در تمام محیط‌های بر پایه قند [۱۰] و مقاومت بالا در فرآورده‌های شیری تخمیری نظیر ماست در طول نگهداری اشاره نمود [۱۱].

ترکیبات پری‌بیوتیک، ماده انتخابی تخمیری می‌باشند که منجر به ایجاد تغییرات خاصی در ترکیب و یا فعالیت فلور دستگاه گوارش شده و باعث ایجاد مزایای سلامت‌بخش برای میزبان می‌شوند که از آن جمله می‌توان به اینولین اشاره نمود [۲ و ۱۲]. اینولین پودری با مزه‌ی طبیعی و حلالیت بسیار بالااست که اثر بسیار ناچیز بر ویژگی‌های حسی محصولات غذایی داشته و دارای ساختار خطی با پیوندهای بتا (۱-۲) فروکتوز به‌همراه یک مولکول گلوکز در انتهای زنجیر می‌باشد. اینولین کوتاه زنجیر (۲ تا ۷ واحد مونومر) در شرایط pH پایین و دمای بالا (۱۲۰ درجه سلسیوس) و به‌ویژه در ترکیب این دو پارامتر پایداری کمتری دارد و ممکن است بخشی از آن تجزیه شود، در حالی‌که نوع بلند زنجیر (۲۲ تا ۲۵ واحد مونومر) آن در این شرایط مقاومت بیشتری دارد. اینولین به‌عنوان یک ترکیب پری‌بیوتیک در نظر گرفته شده و مطالعات نشان می‌دهند که مکمل‌های غذایی حاوی اینولین رشد باکتری‌های مفید، خصوصاً بیفیدوباکترها را در روده‌ی بزرگ تحریک کرده و منجر به بهبود عملکرد سیستم ایمنی و جلوگیری از رشد باکتری‌های پاتوژنیک می‌شوند [۱۳].

محصولات لبنی به‌عنوان مهمترین حامل برای باکتری‌های پروبیوتیک تعیین گردیده‌اند. محدودیت در مصرف این مواد مانند آلرژی‌زایی، محتوای لاکتوز و کلسترول بالا، نیاز به نگهداری در دمای پایین و تقاضای بالا به استفاده از میوه و سبزیجات در طی سال‌های اخیر باعث شده است تا در مورد محصولات پروبیوتیک غیرلبنی نیز بررسی فراوانی انجام شود [١٤]. آب‌هویج منبع مناسبی از ریز مغذی‌ها (پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سدیم، آهن)، فیبر خام، پکتین، قندها، مواد جامد محلول، مقادیر محسوسی از ویتامین‌های B_1، B_2، B_6 ، B_{12}، ویتامین C و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی به‌خصوص فنل‌ها، پلی استیلن‌ها و ترکیبات کاروتنوئید بوده که دارای ویژگی‌های سلامت بخش نظیر خواص ضد سرطانی، تقویت سیستم ایمنی، محافظت از پوست، ریه و دستگاه گوارش نیز می‌باشد [۱٥ و ١٦]. همچنین شربت میوه و سبزیجات علاوه بر طعم و مزه مطلوب، به‌دلیل پذیرش بالا و اقتصادی بودن برای تمام اقشار جامعه، به یکی از پرطرفدارترین محصولات مورد مطالعه برای ترکیبات پروبیوتیک تبدیل شده‌اند [۱۷]. به‌طوری‌که یون و همکاران در سال ۲۰۰٦ با استفاده *از لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس* و *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* آب چغندر پروبیوتیک و با استفاده از *لاکتوباسیلوس کازئی*، *لاکتوباسیلوس دلبروکی* و *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* آب کلم پروبیوتیک تولید نمودند [۱۸]؛ همچنین کوم و همکاران (۲۰۰۷) امکان استفاده از آب هویج به‌عنوان محیط پایه تولید غذاهای پروبیوتیک با استفاده از

گونه‌های *بیفیدوباکتریوم* را مورد بررسی قرار دادند [۱۹]. طبق نتایج، تمام گونه‌های *بیفیدوباکتریوم* مورد بررسی، در آب‌هویج خالص و بدون هیچ افزودنی قادر به رشد بودند. با این حال، زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس‌ها* در انواع شربت وابسته به نوع گونه، محیط، محتوای اکسیژن و اسیدیته نهایی بود [۲۰]. لذا مراحل تولید آب‌میوه مانند آنزیم‌بری، پاستوریزاسیون و شرایط و زمان نگهداری باید طوری طراحی گردند تا کم‌ترین میزان افت مواد مغذی و کاهش میزان زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در محصول رخ دهد [۲۱]. روش‌های حرارتی اثر قابل توجهی بر غیرفعال‌سازی میکروارگانیسم‌ها دارند؛ ولی اعمال دمای بالای پاستوریزاسیون اثرات نامطلوبی نیز بر روی موادمغذی و ارزش تغذیه‌ای ماده‌غذایی باقی می‌گذارد که از جمله این اثرات منفی می‌توان به از دست دادن ویتامین‌ها، قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی، دناتوره شدن پروتئین‌ها، تغییرات طعمی و رنگ اشاره نمود [۲۲]؛ همچنین اعمال فرآیند حرارتی در دماهای بالا و زمان‌های طولانی علاوه بر هیدرولیز مواد فیبری موجود در آب‌میوه، می‌تواند قدرت پری‌بیوتیک بودن این ترکیبات را نیز تا حد قابل توجهی کاهش دهد. لذا افزایش نیاز مصرف کننده به موادمغذی طبیعی با حداقل فرآوری، موجب شده تا روش‌های فرآوری نوین پاستوریزاسیون آب‌میوه و سبزی بیش‌تر به‌کار روند که می‌توان به استفاده از تکنولوژی غیرحرارتی فراصوت اشاره نمود [۲۳].

اولتراسوند یا فراصوت شامل امواجی با فرکانس ۱۶ کیلو هرتز تا ۱۰ مگا هرتز می‌باشند که در غیرفعال کردن میکروب‌ها و آنزیم‌ها موثر بوده و می‌تواند در تیمار موادغذایی حساس به حرارت به‌کار رود. به‌طوری‌که مطابق نتایج محققین، فراصوت کمترین اثر را بر کیفیت آب‌میوه‌هایی نظیر آب گواوا، آب پرتقال و آب شاه‌توت داشته است [۲۴]. همچنین مطالعات قبلی نشان داده است که تلفیق فراصوت با حرارت در غیرفعال-سازی پراکسیداز شاهی آبی، [۲۵] و بهبود کیفیت آب گوجه-فرنگی نیز موثر بود [۲۶]. این یافته‌ها نشانگر آن است که امواج فراصوت گزینه مناسبی برای جایگزینی تیمار حرارتی متداول می‌باشد. لذا با توجه به مطالب ذکر شده، هدف از این پژوهش بررسی اثر تیمار فراصوت بر زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک (*لاکتوباسیلوس کازئی* و *لاکتوباسیلوس پلانتاروم*) و ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی در آب‌هویج سین‌بیوتیک می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد مورد استفاده در تهیه آب‌هویج سین‌بیوتیک

در این تحقیق، هویج به‌عنوان ماده اولیه از بازار محلی خریداری گردیده و قبل و بعد از تهیه آب‌میوه تا زمان آزمون در دمای یخچال (۵ درجه سلسیوس) نگهداری شد. همچنین از اینولین (متوسط زنجیر) با درجه خلوص ۹۹ درصد (Sensus ، کشور هلند) و سویه‌های باکتری شامل *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* PTCC1745 و *لاکتوباسیلوس کازئی* PTCC1608 (سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران) در تهیه آب‌هویج سین‌بیوتیک مورد استفاده قرار گرفت.

۲-۲- روش تولید آب‌هویج سین‌بیوتیک

هویج خریداری شده از بازار محلی (تبریز، ایران) به‌عنوان ماده اولیه مورد استفاده قرار گرفت. برای تهیه نمونه‌های آب‌هویج، جداسازی ضمائم همراه شامل برگ و ریشچه انجام گرفته و در ادامه پس از شستشو با آب، پوست‌گیری و خرد کردن دستی، آماده‌سازی نمونه‌های آب‌هویج با آبمیوه‌گیری آزمایشگاهی مطابق جدول ۱ انجام پذیرفت. برای این منظور مطابق طرح ارائه شده، جهت انحلال سوش‌های لیوفلیزه از محیط کشت مغزی عمومی (BHI.B) استفاده شد. محلول حاصل همزمان به محیط کشت مغزی عمومی و آگار انتقال داده شده و به‌مدت ۲٤ الی ٤۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سلسیوس انکوباسیون گردید. بعد از ۳ بار تجدید کشت، از آخرین کشت ۲٤ ساعته، سوسپانسیون باکتری (معادل 10^8 کلنی در هر میلی‌لیتر) تهیه شد و جهت اضافه کردن به نمونه ها مورد استفاده قرار گرفت؛ همچنین اینولین در سطح مشخص ۲ درصد وزنی/ وزنی به نمونه‌های آب‌هویج اضافه گردیده و پاستوریزاسیون نمونه‌های آب هویج تهیه شده با حرارت‌دهی در بن‌ماری (Memmert، آلمان) در دمای ۹۰ درجه سلسیوس به مدت ٤ دقیقه و اعمال سونیکاسیون توسط دستگاه مولد فراصوت در دمای ٦۰ درجه سلسیوس با فرکانس ۳۷ کیلوهرتز به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد [۲۷]. با توجه به اینکه سویه‌های باکتریایی توانایی تحمل شرایط پاستوریزاسیون را ندارند، تلقیح بعد از پاستوریزاسیون انجام گردید [۲۸]؛ به‌طوری‌که پس از پاستوریزاسیون و خنک شدن تا دمای محیط، سویه‌ی پروبیوتیکی *لاکتوباسیلوسپلانتاروم* PTCC 1745 و *لاکتوباسیلوس کازئی PTCC 1608* در

شرایط اسپتیک با نسبت ۵۰:۵۰ به میزان $۱۰^{۷}$ واحد کلنی در هر میلی‌لیتر به نمونه‌های آب‌هویج تزریق شد [۲۹]. نمونه‌های آب‌هویج به مدت ۲٤ ساعت و در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس گرمخانه‌گذاری شده و بعد از پایان انکوباسیون نمونه‌ها در دمای ٤ درجه سلسیوس به مدت ٤٥ روز نگهداری شدند.

Table 1 The combination of treatments

Sample	Treatment	Inulin concentration (%)	Probiotic Bacteria
T_1	Ultrasound	2	*L. plantarum*+ *L. casei*
T_2	Pasteurization	2	*L. plantarum*+ *L. casei*

۲-۳- روش آزمایش

۲-۳-۱- آزمون‌های فیزیکی‌شیمیایی

برای اندازه‌گیری pH از دستگاه pH متر (Mettler toledo، سوئیس)، بریکس از دستگاه رفراکتومتر (Atago، ژاپن) در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و برای تعیین اسیدیته بر حسب اسید سیتریک از روش تیتراسیون با فنول فتالئین استفاده شد [۲۸]. ویسکوزیته نمونه‌ها با استفاده از دستگاه ویسکومتر بروکفیلد (DV-II، آمریکا) با اسپیندل شماره ۲ با سرعت برشی ۲۰۰ دور بر دقیقه و در دمای ٤ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد [۲۸].

۲-۳-۲- آزمون‌های میکروبی

برای شمارش پروبیوتیک‌ها، مقدار ۱ میلی‌لیتر از آب‌هویج سین‌بیوتیک، به پلیت سترون انتقال یافته و حدود ۱۵ تا۲۰ میلی‌لیتر از محیط کشت MRS آگار (Merck، آلمان) به آن اضافه شد (روش پورپلیت) و پس از پخش کامل، گرمخانه گذاری در انکوباتور (Memmert، آلمان) در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس به مدت ٤۸ ساعت انجام گردید [۳۰]. همچنین برای بررسی نوع باکتری‌های پروبیوتیک شمارش شده با توجه به این که باکتری *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* قادر به تخمیر قند رافینوز می‌باشد، از کلنی‌های رشد کرده ٦ عدد جدا شده و به محیط کشت دارای رافینوز منتقل گردید. برای تخمیر قند، از محلول غلیظ استریل شده رافینوز به هر یک از لوله‌های حاوی محیط پایه قندی (MRS براث) اضافه شد تا غلظت آن‌ها به ۰/۵ تا ۱ درصد برسد. سپس محیط کشت مایع تلقیح شده با باکتری (کلنی‌های جدا شده) در ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۵-۳ روز گرمخانه گذاری شد. تبدیل رنگ ارغوانی به زرد نشانه تخمیر قند در نظر گرفته شد و تعداد لوله‌های تغییر رنگ داده شده به صورت کسری از کل لوله‌های مورد بررسی بیان گردید [٦].

۲-۳-۳- ارزیابی حسی

ارزیابی خواص حسی از لحاظ مقبولیت کلی (رنگ، طعم و ظاهر) با استفاده از طرح هدونیک ۵ نقطه‌ای توسط ۲۵ ارزیاب غیرحرفه‌ای انجام پذیرفت و نتایج به صورت میانگین پذیرش کلی عنوان گردید [٦].

۲-۳-٤- روش تجزیه و تحلیل آماری

طرح آماری مورد استفاده، آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بود. آزمون‌های شیمیایی و میکروبی در روز اول، ۱۵، ۳۰ و روز ٤٥ و آزمون ویسکوزیته در دو روز اول و روز ٤٥ و ارزیابی حسی توسط ۲۵ ارزیاب در روز اول هرکدام در سه تکرار انجام شد. برای تأیید وجود اختلاف بین میانگین‌ها از آنالیز واریانس یک طرفه (One Way ANOVA) و آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ ($p<۰/۰۵$) استفاده شد. برای تجزیه وتحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری MINITAB 16 استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی میزان زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک آب‌هویج در طول مدت زمان نگهداری

آنالیز واریانس نتایج به‌دست آمده نشان داد که اثر تیمار، زمان و اثرات متقابل آن‌ها بر روی زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک افزوده شده به نمونه‌های آب‌هویج در سطح احتمال ۰/۰۰۱ معنی‌دار بود. طبق داده‌های جدول ۳، در بررسی دو روش فرآوری مشاهده شد؛ استفاده از حرارت اثر یکسان و اندک بر میزان کاهش هر دو باکتری داشت، ولی استفاده از فراصوت باعث کاهش معنی‌دار میزان باکتری *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* شمارش شده گردید ($p<۰/۰۵$). لازم به ذکر است؛ هردو نمونه در زمان‌های مورد آزمون دارای حداقل $۱۰^{۷}$ کلنی در هر میلی‌لیتر محصول بودند که میزان باکتری موجود در محصول

مطابق با استاندارد مورد قبول جهت تأیید یک محصول پروبیوتیک برای ایجاد اثرات سلامت‌بخش بود. همچنین با گذشت زمان تعداد باکتری‌های شمارش شده کاهش یافت (جدول ۲) که این امر می‌تواند ناشی از تجمع اسید لاکتیک، دی‌استیل و استالدئید تولید شده در اثر رشد تصاعدی باکتری، در طی زمان نگهداری باشد؛ که نتایج به‌دست آمده در رابطه با کاهش تعداد باکتری با افزایش زمان نگهداری توسط یافته‌های دینگ و شه (۲۰۰۸) در آب پرتقال و یوون و همکاران (۲۰۰۵) در آب چغندر پروبیوتیک حاوی دو باکتری *لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و لاکتوباسیلوس پلانتاروم* مطابقت داشت [۱۸ و۳۱]. مطابق جدول ۲ نتایج به‌دست آمده همچنین نشانگر اثر معنی‌دار روش فرآوری با فراصوت بر زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در مقایسه با روش پاستوریزاسیون بود. این امر می‌تواند با اعمال فراصوت قبل از تلقیح باکتری‌های پروبیوتیک و ازبین رفتن باکتری‌های پاتوژن یا عامل فساد که به‌عنوان رقیب برای باکتری‌های پروبیوتیک محسوب می‌شوند در ارتباط باشد که محیط را برای رشد و تکثیر پروبیوتیک‌ها مساعد نموده و می‌تواند دلیلی برای حفظ بیشتر این باکتری‌ها در تیمار فراصوت نسبت به پاستوریزاسیون باشد [۱۸]. همچنین طبق نتایج تحقیقات انجام پذیرفته فرایند فراصوت منجر به از بین رفتن و افزایش نفوذپذیری سلول‌های باکتریایی و انتقال ترکیبات مختلف سلولی شامل فاکتورهای رشد (اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و نکلوئتیدها) به محیط می‌شود که این امر با نتایج به‌دست آمده از یافته‌های این تحقیق در زمینه افزایش زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در تیمار با فراصوت مطابقت داشت [۱۳].

با توجه به نتایج به‌دست آمده مشاهده شد؛ فرآیند پاستوریزاسیون هیچ گونه اثری بر غالبیت باکتری‌های پروبیوتیک *لاکتوباسیلوس پلانتاروم و لاکتوباسیلوس کازئی* نداشته و درصد کلنی‌های شمارش شده در این نمونه در طول زمان به‌صورت ۵۰:۵۰ بود. در آب‌هویج‌های سین‌بیوتیک فرآوری شده به روش فراصوت در روز تولید، نسبت هر دو باکتری ۵۰ به ۵۰ بود ولی با افزایش زمان نگهداری این روند تغییر کرد؛ به‌گونه‌ای که با افزایش زمان نگهداری تا ۱۵ روز نسبت باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی* به *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* کاهش (۳۵ به ۶۵ درصد) و سپس تا پایان مدت نگهداری ۴۵ روزه این نسبت به طور عکس تغییر کرد و به نسبت ۶۵ به ۳۵ درصد افزایش یافت. دلیل اصلی این امر را می‌توان به کاهش زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* در روش فراصوت در نتیجه تحریک تولید رادیکال‌های آزاد بعد از سونیکاسیون و اثر تخریبی آن در کنار ترکیبات تولید شده با فعالیت این باکتری هتروفرمانتاتیو و در نتیجه حساسیت بیشتر و بقای کمتر در طول زمان نگهداری نسبت داد. بررسی این نمونه‌ها نشان داد که، اگرچه روش فرآوری با استفاده از فراصوت بر زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* اثر منفی داشته است، ولی با گذشت زمان میزان بقاء و زنده‌مانی باکتری *لاکتوباسیلوس کازئی* نسبت به روش پاستوریزاسیون بهتر و بیشتر شد؛ این امر به‌دلیل افزودن باکتری‌های اسید لاکتیک و تولید اسیدهای آلی و کاهش pH نمونه‌های تولیدی بود. مطابق نتایج شیهان و همکارانش (۲۰۰۷) بقا و زنده‌مانی *لاکتوباسیلوس کازئی* در شرایط اسیدی آبمیوه نسبت به *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* بیشتر عنوان گردید که تأییدی بر نتایج به‌دست آمده می‌باشد [۳۲ و ۳۳].

Table 2 Effect of treatments on the count of probiotic bacteria (Log cfu / ml) of carrot juice during storage time (mean±SD)

Sample	1 Day	15 Day	30 Day	45 Day
T_1 (Ultrasound)	14.24 ±0.10 ^{Aa}	14.47 ±0.14 ^{Aa}	13.54 ±0.33 ^{Ba}	12.89 ±0.10^{Ca}
T_2 (Pasteurization)	14.49 ±0.38 ^{Aa}	14.68 ±0.33 ^{Aa}	11.69 ±0.08 ^{Bb}	10.86 ±0.09^{Cb}

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.

Table 3 Evaluation of probiotic bacteria count (percentage of colonies) of carrot juice during storage time

Storage time	Ultrasound		Pasteurization	
	L. casei	***L. plantarum***	***L. casei***	***L. plantarum***
1Day	*50*	50	*50*	50
15 Day	35	65	*50*	50
30Day	65	35	*50*	50
45 Day	65	35	*50*	50

Results are reported as the mean of three replicates.

۳-۲- بررسی تغییرات pH و اسیدیته آب‌هویج در طول مدت زمان نگهداری

با توجه به نتایج حاصل از آنالیز واریانس، اثر مدت زمان نگهداری بر مقادیر pH در سطح احتمال ۰/۰۰۱ معنی‌دار بود. همچنین، مقادیر اسیدیته اندازه‌گیری شده نشان داد؛ نوع تیمار و زمان در سطح احتمال ۰/۰۰۱ و اثر متقابل این دو فاکتور در سطح احتمال ۰/۰۵ بر میزان اسیدیته نمونه‌ها به‌طور معنی‌دار موثر بود. مقایسه میانگین‌های مقدار pH اندازه‌گیری شده در آب هویج سین‌بیوتیک (جدول ٤) نشان داد در روز اول تولید؛ نمونه‌های آب‌هویج تلقیح شده با باکتری‌های *لاکتوباسیلوس کازئی* و *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* تحت اثر هردو تیمار (فراصوت و پاستوریزاسیون) دارای pH بالایی بودند ولی با افزایش زمان نگهداری، pH نمونه‌ها کاهش یافت. نتایج به‌دست آمده با مطالعات انجام پذیرفته توسط دوانچارون و همکاران (۲۰۰۹) و میشرا و پیراساد (۲۰۰۵) نیز مطابقت داشت [۳ و ۸].

Table 4 Effect of treatments on pH of carrot juice during storage time (mean±SD)

Sample	1 Day	15 Day	30 Day	45 Day
T_1 (Ultrasound)	3.84 ±0.02 ^{Ab}	3.72 ±0.01 ^{Babc}	3.72 ±0.03 ^{Bab}	3.62 ±0.01 ^{Cc}
T_2 (Pasteurization)	3.86 ±0.03 ^{Ab}	3.75 ±0.01 ^{Bab}	3.74 ±0.05 ^{Ba}	3.69 ±0.01 ^{Bb}

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.

بررسی نتایج حاصل از مقادیر اسیدیته (جدول۵) نشانگر آن بود که در تمامی‌نمونه‌ها با گذشت زمان مقدار اسیدیته اندازه‌گیری شده در آب‌هویج به‌طور معنی‌دار افزایش یافت (p<۰/۰۵). این نتایج با نتایج مربوط به pH نمونه‌های آب‌هویج نیز همخوانی داشت. این امر به‌دلیل فعالیت باکتری‌های پروبیوتیک و افزایش غلظت اسیدلاکتیک و اسیداستیک با مصرف قندها در آب‌میوه عنوان شد که این عمل در حضور مواد پری‌بیوتیک تشدید گردید. همچنین نتایج به‌دست آمده با یافته‌های نوالکاکول و همکاران (۲۰۱۱) و نوالکاکول و چارالاپولوس (۲۰۱۱) برای آب میوه‌های پرتقال، گریپ فروت، آناناس، انار و لیمو حاوی *لاکتوباسیلوس پلانتاروم*، یون و همکاران (۲۰۰٦) برای آب چغندر قرمز تخمیری حاوی *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* و *لاکتوباسیلوس دلبروکی* و رنوکا و همکاران (۲۰۰۹) در زمینه تأثیر فروکتوالیگوساکاریدهای مختلف بر خصوصیات نوشیدنی آب‌میوه‌ها مطابقت داشت [۱۸، ۲۹ و ۳٤].

در بین دو روش فرآوری نیز، روش فراصوت اثر بیشتری در افزایش اسیدیته نسبت به روش پاستوریزاسیون نشان داد. این مساله به‌دلیل اثر فراصوت بر باکتری‌های موجود در آب‌هویج و حذف اغلب باکتری‌های رقیب انواع پروبیوتیک و بنابراین ایجاد امکان فعالیت بیشتر و تولید اسید بیشتر توسط این گونه باکتری‌ها بود. در طول ٤٥ روز نگهداری، افزایش میزان اسیدیته در نمونه‌های فرآوری شده به روش فراصوت بیشتر بود و کمترین تغییرات اسیدیته نیز مربوط به نمونه فرآوری شده به روش حرارت بود. این نتایج با یافته‌های ریتر و همکاران (۲۰۰۳) نیز تطابق داشت [۳٤].

Table 5 Effect of treatments on acidity of carrot juice during storage time (mean±SD)

Sample	1 Day	15 Day	30 Day	45 Day
T_1 (Ultrasound)	0.58 ±0.02 ^{Cb}	0.76 ±0.01 ^{Bb}	0.76 ±0.01 ^{Bb}	0.93 ±0.11 ^{Aa}
T_2 (Pasteurization)	0.58 ±0.02 ^{Cb}	0.62 ±0.02 ^{Bc}	0.62 ±0.02 ^{Bc}	0.90 ±0.01 ^{Aab}

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.

۳-۳- بررسی تغییرات ماده جامد محلول آب هویج در طول مدت زمان نگهداری

با توجه به جدول ٦، روش فرآوری باعث تغییر معنی‌دار بریکس نمونه‌ها در سطح احتمال ۰/۰۰۱ شد؛ همچنین تغییرات بریکس با زمان نیز معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). مقایسه میانگین داده‌های اندازه‌گیری شده نشان داد در روز اول تولید، نمونه تیمار شده با روش پاستوریزاسیون با مقدار بریکس ۹ کمترین مقدار بریکس را نشان داد؛ همچنین با گذشت زمان در بریکس نمونه‌ها روند کاهشی مشاهده گردید که دلیل این امر استفاده میکروارگانیسم‌ها از قندها با گذشت زمان و متعاقباً کاهش مواد جامد محلول بود [۳٦]. همچنین مقدار مواد جامد محلول نمونه‌های آب‌هویج سین‌بیوتیک تولید شده بیشتر از مقدار متناظر نمونه شاهد آن‌ها (آب‌هویج ساده) بود که این مساله را

می‌توان به حضور مقدار ۲ درصد اینولین و همچنین افزودن میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک نسبت داد. در نمونه فرآوری شده به روش سونیکاسیون (فراصوت)، بریکس یکسانی در طول ۴۵ روز نگهداری مشاهده شد ($p>0/05$)؛ ولی در آب هویج‌های پاستوریزه شده در طول ۱۵ روز اول، بریکس افزایش معنی‌داری نشان داد ($p<0/05$)، که نگهداری بیشتر باعث کاهش دوباره مقدار مواد جامد محلول در آب‌میوه شد. این امر به‌دلیل تغییرات حرارتی ایجاد شده در اینولین افزوده شده و عدم توانایی باکتری‌ها برای تجزیه آن و بنابراین جذب و حبس بخشی از آب توسط فیبر موجود و افزایش بریکس تا ۱۵ روز بود که با گذشت زمان و فعالیت بیشتر باکتری‌ها و تجزیه اینولین، بریکس دوباره تا انتهای زمان نگهداری کاهش یافت. کاهش بریکس در طول زمان نگهداری با نتایج کراساکوپت و همکاران (۲۰۰۸) نیز مطابقت داشت [۳۶].

Table 6 Effect of treatments on soluble solid of carrot juice during storage time (mean±SD)

Sample	1 Day	15 Day	30 Day	45 Day
T_1 (Ultrasound)	9.50 ±0.01 ^{Ab}	9.50 ±0.01 ^{Ac}	9.50 ±0.01 ^{Ab}	9.30 ±0.17 ^{Aab}
T_2 (Pasteurization)	9.00 ±0.01 ^{Cc}	10.00 ±0.01 ^{Ab}	10.00 ±0.01 ^{Aa}	9.20 ±0.01 ^{Bb}

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.

۳-۴- بررسی تغییرات ویسکوزیته آب‌هویج در طول مدت زمان نگهداری

اثر دو روش فرآوری پاستوریزاسیون و فراصوت بر ویسکوزیته نمونه‌های آب‌هویج سین‌بیوتیک حاوی اینولین (جدول ۷)، در روز اول و روز ۴۵ نگهداری بررسی شد. طبق نتایج به‌دست آمده، تغییرات ویسکوزیته در هر دو زمان مورد آزمون به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر زمان بود ($p<0/001$) و اثر روش فرآوری و همچنین اثر متقابل دو فاکتور بر ویسکوزیته محصول در زمان ۱۰ دقیقه اول تولید محصول در روز اول معنی‌دار نبود ($p>0/05$). بررسی روش فرآوری نشان داد؛ ویسکوزیته در نمونه‌های آب‌هویج در هر دو روش فرآوری با گذشت زمان ۴۵ روز کاهش معنی‌داری نشان داد و ویسکوزیته نمونه فرآوری شده به روش پاستوریزاسیون اندکی بیشتر از آب‌هویج سین‌بیوتیک فراصوت شده بود. این امر به‌دلیل کاهش اندازه ذرات با اعمال امواج فراصوت نسبت به پاستوریزاسیون نسبت داده شد که کاهش در اندازه ذرات به‌وجود آمده به‌دلیل آسیب مکانیکی وارده بخاطر هر دو عامل کاویتاسیون و نیروهای برشی تولید شده بوسیله امواج فراصوت بود [۳۶].

مطابق با جدول ۷، گذشت زمان باعث کاهش معنی‌دار ویسکوزیته محصول شد. در تحقیقات پیشین، در نمونه‌های تهیه شده با مواد پری‌بیوتیک مانند اینولین به دلیل ماهیت فیبری و جذب آب محصول، مقدار ویسکوزیته در ابتدا در حد بالایی گزارش گردید، که در طول زمان و با جذب آب بیشتر و محصور کردن قسمت بیشتری از آب موجود در محصول توسط اینولین، افزایش در مقدار ویسکوزیته گزارش گردید. این روند در تحقیق حاضر به گونه عکس بود، که این مساله را می‌توان به تجزیه و هضم ماده پری‌بیوتیک توسط باکتری‌های پروبیوتیک افزوده شده برای زنده‌مانی و کاهش ویسکوزیته با رهایی آب به دام افتاده در شبکه فیبری اینولین نسبت داد [۵، ۸ و ۳۷].

Table 7 Effect of treatments on viscosity of carrot juice during storage time (mean±SD)

Sample	1 Day	15 Day
T_1 (Ultrasound)	25.07 ±0.61 ^{Aa}	20.87 ±0.42 ^{Ba}
T_2 (Pasteurization)	25.73 ±1.90 ^{Aa}	21.93 ±0.31 ^{Ba}

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.

۳-۵- بررسی پذیرش کلی آب‌هویج در طول مدت زمان نگهداری

نتایج بررسی ویژگی‌های حسی نمونه‌های تولید شده در روز اول با در نظر گرفتن ویژگی‌هایی نظیر عطر و بو، طعم و مزه، احساس دهانی و... به‌صورت یک پارامتر با عنوان پذیرش‌کلی نشانگر آن است که نمونه‌های آب‌هویج سین‌بیوتیک حاوی اینولین از نظر میزان پذیرش با یکدیگر تفاوت قابل توجهی ($p<0/001$) داشتند.

طبق نتایج به‌دست آمده (جدول ۸)، روش پاستوریزاسیون به‌دلیل تغییرات ایجاد کرده باعث کاهش مقبولیت آب‌هویج شد؛ این درحالی‌است‌که نمونه فرآوری شده به روش فراصوت با

امتیاز بالای ٤ نسبت به نمونه پاستوریزه‌شده از مطلوبیت بالایی برخوردار بود ($p<۰/۰۵$). این امر می‌تواند به‌علت اعمال فرآیند پاستوریزاسیون برای غیرفعال کردن میکروارگانیسم‌ها و آنزیم‌ها در آب‌میوه و تولید محصول سالم باشد که موجب تغییرات نامطلوب در کیفیت آن، از قبیل افت طعم، رنگ و موادمغذی حساس به حرارت مانند ویتامین C می‌گردد. از طرفی، دلیل کاهش پذیرش آب هویج سین‌بیوتیک تهیه شده به روش پاستوریزاسیون نسبت به روش فراصوت را می‌توان به اثر حرارت در تخریب رنگ و حفظ رنگ و شفافیت نمونه فراصوت شده نیز نسبت داد [۳۸ و ۳۹].

Table 8 Effect of treatments on organoleptic properties of carrot juice during storage time (mean±SD)

Sample	1 Day
T_1 (Ultrasound)	4.12 ± 0.53^{a}
T_2 (Pasteurization)	3.16 ± 0.47^{b}

Reported values correspond to mean ± standard deviation. Different letters in the same column indicate significant differences ($P<0.05$).

٤- نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد، تیمار فراصوت می‌تواند تکنولوژی مفیدی جهت به‌دست آوردن آب‌هویج با خصوصیات فیزیکی‌شیمیایی و حسی مطلوب در مقایسه با تیمار مرسوم پاستوریزاسیون باشد. در بین نمونه‌های آب هویج تهیه شده، با گذشت زمان تعداد باکتری‌های پروبیوتیک شمارش شده کاهش یافت ولی تعداد آنها از ۷ سیکل لگاریتمی (تعداد کلنی در هر میلی‌لیتر نمونه) کمتر نشد. نتایج همچنین نشان‌دهنده اثر معنی‌دار نوع روش فرآوری و زمان بر بقاء باکتری‌های پروبیوتیک، pH، اسیدیته و بریکس نمونه‌ها بود. اثر روش فرآوری بر ویسکوزیته معنی‌دار نبود و با گذشت زمان بریکس و ویسکوزیته روند کاهشی نشان دادند. نتایج ارزیابی حسی نشان داد روش پاستوریزاسیون باعث کاهش مقبولیت آب-هویج‌های سین‌بیوتیک شد. به‌طورکلی، با توجه به اثرات تخریبی حرارت، آب‌هویج سین‌بیوتیک حاوی دو باکتری پروبیوتیک فرآوری شده به روش فراصوت با حداکثر زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک ($\leq 10^{7}$) و با حفظ سایر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و امتیازات حسی بالاتر به‌عنوان یک محصول فراسودمند پیشنهاد شد.

٥- تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از مدیریت گروه و آزمایشگاه دانشگاه آزاداسلامی واحد تبریز کمال تشکر و قدردانی را می‌نمایند.

٦- منابع

[1] Sangwan, V., Tomar, S.K., Singh, R. R., Singh, A. K., and Ali, B. (2011). Galactooligosaccharides: Novel Components of Designer Foods. Journal of Food Science. 76: 103-111.

[2] Saad, N., Delattre, C., Urdaci, M., Schmitter, J. M., and Bressollier, P. (2013). An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. Food Science and Technology. 50: 1-16.

[3] Guarner, F., and Malagelada, J. R. (2003). Gut flora in health and disease. Lancet. 361: 512–519.

[4] McCartney, A. L., and Gibson, G. R. (2006). The normal microbiota of the human gastrointestinal tract: history of analysis, succession, and dietary influences In: Ouwehand AC and Vaughan EE, editors. Gastrointestinal Microbiology. Taylor and Francis. New York. 51-73.

[5] Duangjitcharoen, Y., Kantachote, D., Ongsakul, M., Poosaran, N., and Chaiyasut, C. (2009). Potential use of probiotic Lactobacillus plantarum SS2 isolated from a fermented plant beverage: safety assessment and persistence in the murine gastrointestinal tract. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 25: 315–321.

[6] Scheirlinck, I., Meulen, R. V., Schoor, A. V., Huys, G., Vandamme, P., Vuyst, L. D., and Vancanneyt, M. (2007). Lactobacillus crustorum sp. nov., isolated from two traditional Belgian wheat sourdoughs. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology.57: 1461–1467.

[7] Molin, G. (2001). Probiotics in foods not containing milk or milk constituents, with special reference to Lactobacillus plantarum 299v. The American Journal of Clinical Nutrition. 73: 380-385.

[8] 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: 109-115.
[9] Kullisar, T., Zilmer, M., Mikelsaar, M., Vikalemm, T., Annuk, H., Kairane, C., and Kilk, A. (2002). Two antioxidative lactobacilli strains as promising probiotics. International Journal of Food Microbiology. 72: 215–224.
[10] Tharmaraj, N., and Shah, N. P. (2003). Selective enumeration of Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus, Streptococcus thermophilus, Lactobacillus acidophilus, Bifidobacteria, Lactobacillus casei, Lactobacillus rhamnosus, and Propionibacteria. Journal of Dairy Science Association. 86:2288-2296.
[11] Khan, S. H., and Ansari, F. A. (2007). Probiotics – the friendly bacteria with market potential in global market. Pakistan Journal of Pharmaceutical Scinces. 20: 71-76.
[12] Patel, P. J., Singh, S. K., Panaich, S., and Cardozo, Z. (2014). The aging gut and the role of prebiotics, probiotics, and synbiotics: A review. Journal of Clinical Gerontology and Geriatrics. 5: 3-6.
[13] Meyer, D., Bayarri, S., Tarrega, A., and Costell, E. (2011). Inulin as texture modifier in dairy products. Food Hydrocolloids. 25:1881-1890.
[14] Takiishi, T., Korf, H., and Van Belle, T. L. (2012). Reversal of autoimmune diabetes by restoration of antigen specific tolerance using genetically modified Lactococcus lactis in mice. The Journal of clinical investigation. 122: 1717-1725.
[15] Gabriela, D., Nicoleta, H., Moldovan, C., Diana- Nicoleta, R., Mirela –Viorica, P., and Rădoi, B. (2011). Antioxidant activity of some fresh vegetables and fruit juice. Journal of Agroalimentry Processes and Technologies. 17: 163-198.
[16] Zhou, l., Wang, W., Hu, X., Wu, J., and Liao, X. (2009). Effect of high pressure carbon dioxide on the quality of carrot juice. Journal of Innovation Food Science and Emerging Technology. 41: 1-7.
[17] Roos, N. M., and Katan, M. B. (2007). Effects of probiotic bacteria on diarrhea, lipid metabolism, and carcinogenesis: a review of papers published between 1988 and 1998. The American Journal of Clinical Nutrition. 71: 405-411.
[18]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.
[19] Kum, S., Rezessy-Szabo, J., Nguyen, Q., and Hoschke, A. (2008). Changes of microbial population and some components in carrot juice deuring fermentation with selected Bifidobacterium strains. Process Biochemistry. 43: 816-82.
[20] Schrezenmeir, J., and de Vrese, M. (2001). Probiotics, prebiotics and synbiotics approaching a definition. The American Journal of Clinical Nutrition. 73: 361-364.
[21] Kuldiloke, J. (2002). Effect of ultrasound, temperature and pressure treatments on enzyme activity and quality indicators of fruit and vegetable juices, M.Sc. Thesis, Institute of Food Technology Food Biotechnology and Process Technology the Technical University of Berlin.
[22] Spilimbergo, S., and Ciola, L. (2010). Supercritical CO2 and N2O pasteurisation of peach and kiwi juice. Food Science and Technology. 45: 1619-1625.
[23] Patterson, M. F., McKay, A. M., Connolly, M., and Linton, M. (2012). The effect of high hydrostatic pressure on the microbiological quality and safety of carrot juice during refrigerated storage. Food Microbiology. 30: 205-212.
[24] Cheng, L. H., Soh, C. Y., and Liew, S. C. (2007). The effects of sonication and carbonation on guava juice quality. Journal of Food Chemistry. 104: 1396-1401.
[25] Cruz, R.M.S., Vieira, M., and Silva, C. L. M. (2006). Effect of heat and thermosonication treatment on peroxidase inactivation kinetics in watercress (Nasturtium officinale). Journal of Food Engineering. 72:8-15.
[26] Wu, J., Gamage, T.V., Vilkhu, K. S., Simons, L. K., and Mawson, A. (2008). Effect of thermosonocation on quality improvement of tomato juice. Innovative Food Science and Emerging Technology. 9: 186-195.
[27] Ying, D., Schwander, S., Weerakkody, R., Sanguansri, L., Gantenbein, C., and Augustin, M. (2013). Microencapsulated Lactobacillus rhamnosus GG in whey protein and resistant starch matrices: Probiotic survival in fruit juice. Journal of Functional Food. 5: 98-105.
[28] Hedge, L., and Jagadeesh, S. L. (2008). Quality assessment of Stevia rebaudiana incorporated mango and pomegranate RTS

beverages. Journal of Biomedical Central. 3: 195-201.

[29] Nualkaekul, S. S., and Charalampopoulos, D. (2011). Investigation of the factors influencing the survival of Bifidobacterium longum in model acidic solution and fruit juices. Food Chemistry. 129: 1037-1044.

[30] ISO 15214: 1998. Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the numeration of mesophilic lactic acid bacteria. Colony-count technique at 30 degrees C.

[31] Ding, W. K., and Shah, N. P. (2008). Survival of free and microencapsulated probiotic bacteria in orange and apple juices. International Food Research Journal. 15(2): 219-32.

[32] Bermudez-Aguirre, D., Mobbs, T., and Barbosa-Canovas, G. V. (2011). Ultrasound application in food processing, In: H. Feng, G. Barbosa-Cánovas and J. Weiss (Eds.), Ultrasound Technologies for Food and Bioprocessing. Springer Science and Business Media. New York. 65-105.

[33] Sheehan, V., Ross, P., and Fitzgerald, G. (2007). Assessing the acid tolerance and the technological robustness of probiotic cultures for fortification in fruit juices. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 8: 279-284.

[34] Nualkaekul, S., Salmeron, I., and Charalampopoulos, D. (2011). Survival of Lactobacillus plantarum in model solutions and fruit juice. International Journal of Food Microbiology. 146: 111-117.

[35] Reiter, M., Stuparic, M., Neidhart, S., and Carle, R. (2003). The role of process technology of obtaining of carrot juice cloud stability. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie. 36: 165-172.

[36] Krasaekoopt, W., Pianjareonlap, R., and Kittisuriyanont, K. (2008). Survival of probiotics in fruit juices during refrigerated storage. Thai Journal of Biotechnology. 8: 129–133.

[37] Dorothy, M., and Wheater, M. (1955). The characteristics of Lactobacillus plantarum, L. helveticus and L. casei. Journal of General Microbiology. 12: 133-139.

[38] Kalantari, S. F., Shahnia, M., and Mohammadifar, M. A. (1387). Comparison of thermal and non thermal Methods in fruit Juice Concentrate Production. Second National functional Food Conference, Tehran. Tarbiat modares university.

[39] Gilani, F., and Roftani Amiri, Z. (1392). Investigation of quality, microbial and enzymatic properties of fruit juice under the influence of supercritical CO2 process. Journal of Food Processing and Production. 3(4): 31-36.

Effect of ultrasound treatment on the viability of probiotics and physicochemical properties of synbiotic carrot juice

Seyed Ahmadi Mamaghani, M. H. [1], Alizadeh, A. [2*], Soofi, M. [3]

1. M.Sc Student, Department of 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. Ph.D Student of Food Science and Technology, Research and Development Department, AsiaShoor Company, Tabriz, Iran

(Received: 2019/10/09 Accepted:2020/01/25)

Heat pasteurization has undesirable effects on nutrients and nutritional value of food. Ultrasound technique is used to degrade microorganisms and enzyme inactivation that increases products shelf-life without change in nutritional properties. In this regard, this study aims to produce synbiotic carrot juice containing 2% w/w inulin as a prebiotic substance and two probiotic bacteria, *Lactobacillus casei and Lactobacillus plantarum* using two different treatment methods: thermal (90°C for 4 minutes) and sonication (60°C and 37 kHz for 10 minutes). Probiotic bacteria count and viability, pH, acidity, brix, viscosity and sensory properties were evaluated during 45 day storage time. The results showed a significant effect of the type of processing method and storage time on the probiotic bacteria count, pH, acidity and brix of samples. The effect of the processing method on viscosity was not significant while, viscosity and brix of the samples reduced during storage time. The results also indicated that thermal method reduced the overall acceptability of synbiotic carrot juices. Considering the degradation effects of heat, synbiotic carrot juice treated by ultrasound with maximum survival of probiotic bacteria, acceptable chemical and physical properties and high organoleptic scores was suggested as a functional product.

Key words: Carrot juice, Inulin, Synbiotic, Probiotic, Ultrasound.

* Corresponding Author E-Mail Address: a.alizadeh@iaut.ac.ir