



## مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: [www.fsct.modares.ac.ir](http://www.fsct.modares.ac.ir)

### مقاله علمی-پژوهشی

#### مقایسه اثر فیبر اینولین و گندم بر زنده‌مانی پروبیوتیک در نوشیدنی ورزشی غنی شده با کلسیم و ویتامین D

شقایق دادگر<sup>۱</sup>، مهدی شریفی سلطانی<sup>۲</sup>، سارا جعفریان<sup>۳</sup>

۱- دانش آموخته گروه دامپزشکی، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران.

۲- گروه دامپزشکی، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران.

۳- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد نور، دانشگاه آزاد اسلامی، نور، ایران.

#### چکیده

#### اطلاعات مقاله

#### تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۰۵

#### کلمات کلیدی:

نوشیدنی ورزشی،

پروبیوتیک،

فیبرها،

غنی سازی.

هدف از این پژوهش، تولید یک نوشیدنی ورزشی سین بیوتیک بر پایه آب پنیر می باشد. آب پنیر به علت داشتن مواد معدنی، اسمولالیتی لازم را در نوشیدنی ورزشی فراهم می کند. در این پژوهش مقایسه اثر دو نوع فیبر اینولین بلند زنجیر و کوتاه زنجیر و فیبر گندم بر زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها در نوشیدنی ورزشی طی ۲۸ روز نگهداری در دمای یخچال بررسی و مقایسه گردید. حضور این ترکیبات در نوشیدنی تاثیر مثبتی روی قابلیت زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها در نوشیدنی دارد که تاثیر فیبر گندم روی بقاء باکتری‌های پروبیوتیک بیش تر از فیبرهای اینولین بود. در نگهداری ۲۸ روزه نوشیدنی در یخچال، هیچ کلونی باکتریایی از جمله اشرشیاکلی، کلی فرم، کپک و مخمر و باکتری‌های مقاوم به اسید مشاهده نشد. همچنین در بررسی شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها تا روز ۲۱ ام، هیچ گونه میکروبی مشاهده نگردید. این نتیجه کارایی فرآیند حرارتی (در دما و زمان نگهداری مشخص) را نشان داد. میزان ویتامین D<sub>3</sub> و کلسیم در بازه توصیه شده استاندارد قرار گرفت. نتایج نشان داد که می توان از کلسیم به میزان ۱۲۴ میلی گرم در ۱۰۰ گرم و ویتامین D به میزان ۰/۰۲ پی پی ام بدون تاثیر نامطلوب در فرمولاسیون نوشیدنی استفاده نمود. بنابراین می توان با غنی سازی نوشیدنی و استفاده از آن در رژیم غذایی کودکان و سالمندان از خواص ارزشمند آن بهره برد.

DOI:10.48311/fsct.2025.83200.0.

\* مسئول مکاتبات:

sharifisoltani\_m@iau.ac.ir

## ۱-مقدمه

از کاسنی تلخ بدست می‌آید، سپس مایع استخراج شده تصفیه و کریستالیزه می‌گردد. درجه پلیمریزاسیون اینولین در محدوده ۲ تا ۶۰ واحد است که در مورد اینولین طبیعی به طور متوسط ۱۲ واحد می‌باشد [۷].

فیبرگندم پودری سفید رنگ با دانه‌بندی ریز و خلوص حدود ۹۷ درصد است که قسمت عمده آن (۹۴ درصد) را فیبر نامحلول تشکیل می‌دهد. ترکیبات اصلی این فیبر شامل سلولز، همی سلولز و مقدار زیادی لیگنین است. یکی از ویژگی‌های فیبر غذایی گندم تشکیل شبکه فیبری سه‌بعدی در محصول نهایی است به طوری که به بهبود بافت و پایداری محصول کمک می‌کند [۸].

مصرف فرآورده‌های سین‌بیوتیک (حضور همزمان پری-بیوتیک و پروبیوتیک) اثرات سودمند بیشتری بر سلامت مصرف‌کننده دارد، به علاوه این‌که در فرآورده‌های سین-بیوتیک بقای باکتری‌های پروبیوتیک در مدت زمان نگهداری فرآورده و نیز عبور آن‌ها از دستگاه گوارش بیشتر می‌شود [۹].

اگرچه تولید غذا در جهان امروز به حد کافی است و قاعدتا نباید گرسنه‌ای در جهان باشد، اما بخش زیادی از جمعیت دنیا با وجود تامین انرژی، گرسنگی پنهان را تحمل می‌کنند. این اصطلاح در کمبود ریزمغذی‌هایی مانند ید، روی، آهن، اسید فولیک، کلسیم، ویتامین A و B که تا مدت‌ها علائم آن احساس نمی‌شوند، به کار می‌رود. غنی‌سازی شامل افزودن مواد مغذی به غذایی است که به طور طبیعی حاوی آن ماده مغذی نیست [۱۰].

ویتامین D یک ویتامین محلول در چربی است و دارای دو شکل کلی است: D<sub>2</sub> و D<sub>3</sub>. ویتامین D<sub>2</sub> (ارگوکلسیفرول) از غذا نشأت می‌گیرد و شکل D<sub>3</sub> (کولی کلسیفرول) در پوست و در اثر تابش نور خورشید تولید می‌شود. اثر کمبود ویتامین D به عنوان علت بیماری‌های متابولیک استخوان از جمله

نوشیدنی‌های ورزشی با یون مثبت نظیر سدیم و پتاسیم، جهت مصرف پس از تمرینات ورزشی به عنوان یک نوشیدنی کامل تولید شدند [۱]. با توجه به این موضوع، لزوم تامین الکترولیت‌های ضروری بدن نظیر سدیم جهت به تاخیر انداختن عطش و جایگزینی الکترولیت‌های از دست رفته از طریق عرق کردن و تامین بخشی از انرژی مورد نیاز از طریق مصرف نوشیدنی روشن می‌شود [۲]. امروزه نوشیدنی‌های لبنی تهیه شده از شیر و آب‌پنیر نه تنها از نظر تحقیقات علمی بلکه در بازار تجارت جهانی رونق فراوانی یافته‌اند [۳]. مطالعه قبلی نشان داده است که پروتئین آب‌پنیر نسبت به پروتئین کازئین یا نوشیدنی‌های ورزشی سنتی در احتباس مایعات موثرتر است. این نشان می‌دهد که غلظت پروتئین آب‌پنیر در آبرسانی بدن پس از ورزش عامل مهمی می‌باشد [۴]. آب‌پنیر و پرمیت حاوی پروتئین و لاکتوز هستند و اغلب در نوشیدنی‌های ورزشی به عنوان منبع پروتئین و انرژی استفاده می‌شوند [۵].

پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های زنده و مفیدی هستند که در صورت مصرف در انسان یا حیوان و با اثر بر فلور میکروبی بدن، باعث بروز اثرات مفیدی بر سلامتی میزبان می‌شوند. بیش‌تر پروبیوتیک‌ها متعلق به گروه بزرگی از باکتری‌های اصلی فلور میکروبی روده انسان می‌باشند و در آن‌جا زندگی همسفرگی بی‌ضرری دارند. معمول‌ترین میکروارگانیسم‌های پروبیوتیکی به دو گروه باکتری‌ها و قارچ‌ها تقسیم می‌شوند. بعضی از این میکروارگانیسم‌ها سویه‌های انتخابی باکتری‌های لاکتوباسیلوس و بیفیدوباکتریوم هستند [۶]. پری‌بیوتیک‌ها به عنوان مواد غذایی غیرقابل هضم تعریف می‌شوند که با تحریک انتخابی رشد یا فعالیت تعدادی از مخمرها یا باکتری‌های پروبیوتیک در روده بزرگ، برای میزبان سودمند هستند. اینولین یک ترکیب طبیعی است که از میوه‌ها و سبزیجات مختلف استخراج می‌گردد. اینولین عمدتاً توسط استخراج با آب داغ

ریکتز، نرمی استخوان، پوکی استخوان و بالاخره ضعف و کاهش توده عضلانی شرح داده شده است [۱۱].

کلسیم به واسطه ایفای نقش‌های متعددی در بدن از اجزای اصلی رژیم غذایی افراد به شمار می‌رود. کلسیم ماده معدنی تقویت‌کننده استخوان بوده و دارای نقش حفاظتی در برابر ناهنجاری‌های فشارخون و سرطان روده می‌باشد. از دیگر عملکردهای حیاتی کلسیم حفظ طبیعی اعمال قلبی، تنظیم هدایت عصبی و کمک به انعقاد خون می‌باشد [۱۲].

هدف از انجام این تحقیق تولید نوشیدنی ورزشی بر پایه آب‌پنیر و ارزیابی اثر فیبر اینولین بلند زنجیره و کوتاه زنجیره و فیبر گندم بر زنده‌مانی پروبیوتیک بیفیدوباکتریوم و غنی‌سازی نوشیدنی با کلسیم و ویتامین D<sub>3</sub> می‌باشد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد مورد استفاده

صمغ تجاری پکتین، شکر و اسید سیتریک از بازار آمل خریداری گردید. محلول آب‌پنیر (با اسیدیته ۹، ماده خشک ۶/۵۸ pH و پروتئین ۰/۶۶) از شرکت لبنی دوشه آمل (لبنیات هراز) تهیه گردید. کنسانتره پرتقال (شرکت بابل آب) تهیه شد. پروبیوتیک‌ها از شرکت کریستین هانسن خریداری گردید. تری‌کلسیم‌سیترات از شرکت پاس‌آداک خریداری گردید.

### ۲-۲- فرمولاسیون نوشیدنی

برای تولید نوشیدنی ابتدا ۴ درصد شکر، ۲۵/۷ درصد محلول آب‌پنیر، ۰/۱۴ درصد اسید سیتریک و ۵ درصد کنسانتره پرتقال با هم مخلوط و در مقدار مناسبی آب (تا رسیدن به وزن ۱۰۰ درصد) با استفاده از دستگاه ترمومیکس (Vorwerk آلمان) مخلوط گردیدند و سپس بعد از رسیدن مخلوط به دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد، ۰/۲۵ درصد استایلازیر به مخلوط موردنظر اضافه گردید و با سرعت بالا به مدت ۵ دقیقه همگن شد. طبق دوز پیشنهادی تامین کننده که براساس ضابطه غنی‌سازی ایران می‌باشد، کلسیم به میزان ۱۳۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم

نوشیدنی و ویتامین D به میزان ۰/۲۵ پی‌پی‌ام به نوشیدنی اضافه گردید. سپس اینولین بلند زنجیر و اینولین کوتاه - زنجیر و فیبر گندم در غلظت یکسان سه درصد مطابق با ضابطه غنی سازی استاندارد ایران به نوشیدنی مورد نظر اضافه شد. در پایان نمونه‌های موردنظر تا رسیدن به دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد با استفاده از دستگاه ترمومیکس پاستوریزه شد و در نهایت بعد از سالم‌سازی و سرد شدن تا دمای محیط (۲۵ درجه سانتی‌گراد)، باکتری‌های پروبیوتیک لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و بیفیدوباکتریوم بیفیدوم به صورت جداگانه، مطابق دوز پیشنهادی کارخانه سازنده در نوشیدنی تلقیح گردید (۱۰<sup>۷</sup>-۱۰<sup>۸</sup> cfu/ml). نمونه‌ها تا انجام آزمایشات در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد.

## ۲-۳- ویژگی فیزیکوشیمیایی نوشیدنی

pH مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ توسط pH متر دیجیتال (مدل METROM - ساخت کشور سوئیس) تعیین شد، مواد جامد محلول یا بریکس با استفاده از رفاکتومتر دستی (ATAGO - ژاپن) انجام شد [۱۳]. میزان ماده خشک نوشیدنی و قند کل مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۲۴۹ محاسبه شد [۱۴]. اندازه گیری مقدار پروتئین به روش فرمالین مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۴۹۸۷ انجام گرفت [۱۵].

### ۲-۴- اندازه‌گیری ویتامین D

اندازه‌گیری ویتامین D به روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) به شماره ۱۳۵۷۹ انجام شد [۱۶].

### ۲-۵- اندازه‌گیری کلسیم

اندازه‌گیری کلسیم به روش اسپکتروفتومتری، مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۷۸۰ انجام شد [۱۷].

## ۲-۶- بررسی زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها

ارزیابی زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۵۲۷۲ و با روش شمارش جمعیت میکروبی کل اندازه‌گیری شد [۱۸].

## ۷-۲- آزمون‌های میکروبی

به منظور تایید کیفیت میکروبی نوشیدنی‌ها، تعداد کل میکروارگانیسم‌ها، اشرشیاکلی، کلی‌فرم، باکتری‌های مقاوم به اسید، کپک و مخمر بلافاصله پس از تولید و پس از ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز بررسی گردید [۱۹].

## ۸-۲- آنالیز آماری

در این مطالعه، نتایج داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ مورد بررسی قرار گرفت. به منظور تحلیل داده‌ها و بررسی معنی‌دار بودن اختلاف موجود بین میانگین‌ها از روش تجزیه واریانس ANOVA (طرح کاملاً تصادفی) و آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده شد. نتایج براساس میانگین  $\pm$  انحراف معیار سه تکرار گزارش شد.

## ۳- نتایج و بحث

### ۱-۳- آزمون فیزیکوشیمیایی

#### ۱-۱-۳ pH

تعیین pH با لگاریتیم معکوس غلظت یون هیدروژن توسط دستگاه pH متر انجام می‌شود. اثر فیبرهای اینولین بلند زنجیره و کوتاه زنجیره در مقایسه با نوشیدنی بدون فیبر (شاهد) بر میزان pH معنی‌دار نبود ( $P > 0/05$ ) ولی در نتیجه افزودن فیبر گندم به نوشیدنی، میزان pH به طور معنی‌داری افزایش یافت ( $P < 0/05$ ). مطابق با نتایج مطالعه حاضر، پژوهشگران مشاهده کردند که با افزودن اینولین به محصولات مختلفی مانند پنیر کم‌چرب UF [۲۰]، پنیر تازه با چربی کاهش یافته [۲۱]، کفیر [۲۲، ۲۳، ۲۴]، ماست [۲۵]، شکلات تلخ کم کالری [۲۶] و آبمیوه حاصل از ترکیب آلبالو و انگور قرمز [۲۷] تغییر معنی‌داری بر میزان pH و اسیدیته

محصول ایجاد نمی‌شود. در نتایجی دیگر مخالف با نتایج مطالعه حاضر، حسینی و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی تاثیر برخی پارامترهای کیفی در آب سیب - آب آلبالو سین- بیوتیک گزارش کردند که افزودن اینولین موجب کاهش میزان pH نمونه‌ها می‌گردد [۲۸].

مطابق با مطالعه حاضر، جاویدی و گلی (۱۴۰۰)، گزارش کردند که افزودن فیبر گندم به ماست کم‌چرب باعث افزایش pH ماست می‌گردد [۲۹]. همچنین در پژوهشی دیگر توسط ناطقی و همکاران (۱۴۰۰)، در بررسی تاثیر عصاره و فیبر گندم بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آب‌پرتقال گزارش کردند که در تمامی روزها نمونه شاهد (بدون عصاره و فیبر گندم) بالاترین میزان pH را دارد، هرچند در برخی روزها نسبت به نمونه حاوی فیبر گندم اختلاف آماری معنی‌داری نداشت [۳۰].

#### ۲-۱-۳- بریکس

درجه بریکس نشان‌دهنده درصد وزن مواد جامد موجود در یک محلول به وزن کل محلول می‌باشد، یا به عبارت دیگر، درصد وزنی مواد جامد موجود در محلول. هرچه درجه بریکس محلولی بیش‌تر باشد، غلظت مواد جامد در آن محلول بیش‌تر و مقدار آب محلول کم‌تر است. با توجه به این‌که وزن مخصوص (وزن حجمی - وزن واحد حجم) مواد در دماهای مختلف متفاوت است، می‌بایست برای مقایسه صحیح و استفاده درست از جداول موجود برای مواد مختلف، اندازه‌گیری‌ها همیشه در دمای ثابت و معینی انجام شود. این دمای ثابت و معین که به اصطلاح دمای آزمایشگاه نامیده می‌شود، ۲۰ درجه سانتی‌گراد است. معمولاً برای کاربردهای عملی، اندازه‌گیری در دمای ۱۸ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد نیز قابل قبول است. با توجه به تعریف فوق، دقیق‌ترین روش در تعیین درجه بریکس یک محلول عبارت است از وزن کردن حجم معینی از محلول (ماده) ویژه [۳۰].

کم‌ترین مقدار بریکس مربوط به نمونه شاهد و نمونه حاوی فیبر گندم می‌باشد ولی در نتیجه افزودن فیبر اینولین بلند

زنجیره و کوتاه زنجیره میزان بریکس به طور معنی‌دار افزایش یافت ( $P < 0/05$ ). مطابق با مطالعه حاضر، حسینی و همکاران (۱۳۹۶)، گزارش کردند که افزودن اینولین در روزهای اول به نوشیدنی سین‌بیوتیک حاوی آب‌میوه سیب و آلبالو باعث افزایش بریکس نوشیدنی می‌گردد ولی با گذشت زمان میکروارگانیسم‌ها از قندها استفاده می‌کنند و باعث کاهش بریکس خواهند شد [۲۸]. ناطقی و همکاران (۱۴۰۰)، در بررسی تاثیر فیبر گندم بر ویژگی فیزیکی‌شیمیایی آب پرتقال گزارش کردند که کمترین بریکس مربوط به نمونه شاهد و بیش‌ترین میزان بریکس متعلق به نمونه حاوی ۱/۵ درصد فیبر گندم بود. هرچند بین این تیمار با تیمار حاوی ۲ و ۰/۵ درصد فیبر گندم تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ( $P > 0/05$ ) [۳۰].

### ۳-۱-۳- ماده خشک

کم‌ترین مقدار ماده خشک مربوط به نمونه شاهد می‌باشد ولی در نتیجه افزودن هر سه نوع فیبر (گندم و اینولین بلند زنجیره و کوتاه زنجیره) میزان ماده خشک نوشیدنی به طور معنی‌دار افزایش یافت ( $P < 0/05$ ) هر چند اختلاف آماری معنی‌داری بین این سه نوع فیبر وجود نداشت ( $P > 0/05$ ). مطابق با مطالعه حاضر، عباس‌اف و همکاران (۱۳۹۹)، گزارش کردند که با افزایش میزان اینولین میزان ماده خشک نمونه‌های حاوی اینولین نسبت به نمونه‌های شاهد افزایش یافت. اینولین اثر معنی‌داری بر این فاکتور داشت. بیش‌ترین ماده خشک برای اینولین ۲ درصد و کم‌ترین آن برای نمونه شاهد بدست آمد [۳۱]. نتایج رینالدونی و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد افزایش غلظت اینولین باعث افزایش ماده خشک ماست می‌گردد [۳۲].

مطابق با مطالعه حاضر، زمردی و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی غنی‌سازی فیبر گندم در دوغ گزارش کردند که با افزایش درصد فیبر گندم، ماده خشک دوغ به طور معناداری افزایش یافت. علت افزایش ماده خشک را می‌توان به خاصیت هیدراته شدن یا جذب آب فیبرها نسبت داد. ویژگی

هیدراتاسیون فیبرهای رژیمی به ساختار شیمیایی پلی-ساکاریدهای موجود و برخی پارامترهای دیگر از جمله تخلخل، اندازه ذرات، حالت یونی، pH و دما بستگی دارد [۳۳]. سهن و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان دادند که افزایش بتاگلوکان، ماده خشک ماست را افزایش می‌دهد که نتایج این بررسی را تایید می‌کند. از آنجایی که دیواره سلولی دانه گندم ترکیبی از آرابینوزایلان‌ها و بتاگلوکان‌ها است، لذا افزایش فیبر گندم نیز موجب افزایش ماده خشک دوغ شده است [۳۴]. زمردی و همکاران (۲۰۲۱) طی تحقیقی نشان دادند که افزایش فیبر گندم موجب کاهش درصد رطوبت در ماست میوه‌ای گردید. خواص هیدراتاسیون فیبرها را می‌توان با اندازه‌گیری جذب آب و ظرفیت نگهداری آب اندازه‌گیری کرد. توانایی ظرفیت نگهداری آب فیبرها در حد وسیعی به ساکارز فیبر خوراکی بستگی دارد [۳۳].

### ۳-۱-۴ پروتئین

کم‌ترین مقدار پروتئین مربوط به نمونه شاهد و نمونه حاوی فیبر گندم می‌باشد ولی در نتیجه افزودن فیبر اینولین بلند زنجیره و کوتاه زنجیره میزان پروتئین به طور معنی‌دار افزایش یافت ( $P < 0/05$ ). مغایر با مطالعه حاضر، قبادی و وریدی (۱۳۹۳)، گزارش کردند که در نتیجه افزودن فیبر گندم و فیبر چغندر قرمز میزان پروتئین افزایش می‌یابد [۳۵]. منصوری یاراحمدی و همکاران (۱۴۰۱) در بررسی استفاده از فیبر تفاله مالت جو به عنوان جایگزین چربی در سس مایونز گزارش کردند که افزودن فیبر باعث افزایش میزان پروتئین گردید ( $P < 0/05$ ) [۳۶]. براساس نتایج حاصل از تحقیق رومرو - لوپز (۲۰۱۱) با افزایش میزان فیبر تفاله پرتقال از ۱۰ به ۱۵ درصد، میزان پروتئین در نمونه‌های مافین کاهش یافت [۳۷].

### ۳-۴ غنی‌سازی نوشیدنی ورزشی بر پایه آب‌پنیر با ویتامین D و کلسیم

نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان اسمولالیتی، کلسیم و ویتامین D در جدول ۲ نشان داده شده است. برای اثبات

ایزوتونیک بودن نوشیدنی ورزشی، باید میزان اسمولالیتی نوشیدنی ورزشی، مطابق استاندارد ملی ایران در بازه ۲۵۰ تا ۳۳۰ میلی اسمول بر لیتر باشد. همچنین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن از جمله قندکل و بریکس نیز باید مطابق استاندارد ملی ایران (به شماره ۶۶۹۳) باشد [۳۸]. میزان اسمولالیتی نوشیدنی مورد نظر برابر با ۳۶۵ میلی اسمول بر لیتر بود که بیش‌تر از مقدار تعیین شده استاندارد برای نوشیدنی ایزوتونیک می‌باشد و در بازه نوشیدنی هایپرتونیک قرار گرفته است (کمینه ۳۴۰ میلی اسمول بر لیتر). مطابق استاندارد ملی ایران، مقدار قند در نوشیدنی ایزوتونیک کمتر از ۸ ولی در هایپرتونیک کمینه ۸ گرم بر صد میلی لیتر می‌باشد. میزان قند کل نوشیدنی این پژوهش برابر با ۸ گرم بر صد میلی لیتر بوده است که در بازه هایپرتونیک بوده است. اولین غنی سازی کلسیم در سال ۱۹۴۲ در انگلستان انجام گرفت. پس از آن سایر کشورها نیز اقدام به غنی سازی مواد غذایی با کلسیم نموده‌اند. انستیتوی بین المللی سلامت در سال ۱۹۹۴ مقدار ۱۵۰۰ میلی گرم را برای ۱۱ تا ۱۸ ساله‌ها توصیه کرده است [۳۹].

مطابق دستورالعمل اجرایی غذاهای عملگرا گزارش شده است که در غنی سازی فرآورده‌های لبنی علاوه بر کلسیم، غنی سازی با ویتامین D<sub>3</sub> نیز لازم می‌باشد. طبق توصیه‌های WHO و FAO، متوسط نیاز هر فرد به کلسیم ۱۰۰۰ میلی گرم به طور روزانه می‌باشد. همچنین نیاز کشور ایران نیز همین مقدار می‌باشد و این در حالی است که بیش‌تر افراد تنها ۵۷ درصد از نیاز واقعی را دریافت می‌نمایند [۴۰].

طبق استاندارد ملی ایران میزان کلسیم برای ادعای منبع برابر با ۱۵۰ میلی گرم در یک سهم نوشیدنی و برای ادعای سرشار یا غنی برابر با ۳۰۰ میلی گرم در یک سهم می‌باشد. هر سهم نوشیدنی برابر با ۲۴۰ میلی لیتر می‌باشد. میزان کلسیم اندازه گیری شده برابر با ۱۲۴ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم نوشیدنی می‌باشد که معادل تقریباً ۲۹۸ میلی گرم کلسیم در یک سهم نوشیدنی می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد که کلسیم مورد نظر در بازه توصیه شده استاندارد قرار گرفته است [۱۱].

طبق استاندارد ملی ایران میزان ویتامین D برای ادعای منبع برابر با ۲/۳ میکروگرم در یک سهم نوشیدنی و برای ادعای سرشار یا غنی برابر با ۴/۵ میکروگرم در یک سهم می‌باشد. هر سهم نوشیدنی برابر با ۲۴۰ میلی لیتر می‌باشد. میزان ویتامین D اندازه گیری شده برابر با ۰/۰۲ پی پی ام می‌باشد (۴/۸ میکروگرم در یک سهم). با ۱۲۴ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم نوشیدنی می‌باشد که معادل تقریباً ۲۹۸ میلی گرم کلسیم در یک سهم نوشیدنی می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد که کلسیم مورد نظر در بازه توصیه شده استاندارد قرار گرفته است [۱۱].

تامر و همکاران (۲۰۱۳) تحقیقاتی در زمینه کاربردهای غنی سازی در صنعت ژله با استفاده از سه غلظت متفاوت از چهار مواد معدنی (کلسیم، آهن، روی و فسفر) و هفت ویتامین (ویتامین B<sub>1</sub>، B<sub>2</sub>، B<sub>6</sub>، نیاسین، اسید پانتوتیک، ویتامین C و ویتامین E) پرداختند و بیان نمودند که با استفاده از غنی سازی ژله می‌توان ویتامین‌ها و مواد معدنی مورد نیاز کودکان هفت تا ۱۴ سال را جبران نمود [۴۱]. والنسیا و همکاران (۲۰۱۳) آبنبات‌های غنی شده با کلسیم گزارش کردند که آبنبات مذکور حدود ۲۰٪ از نیاز روزانه به کلسیم مصرف کنندگان را فراهم می‌نماید و میزان کلسیم آن طی دوره نگهداری کاهش معنی داری نداشت [۴۲].

## ۲-۳- بار میکروبی نوشیدنی

تغییرات در وضعیت میکروبی نوشیدنی پرتقالی بر پایه آب‌پنیر طی ۲۸ روز نگهداری در دمای یخچال (۴ درجه سانتی گراد) در جدول ۳ نشان داده شده است. با توجه به این که pH نوشیدنی مورد نظر کمتر از ۴ می‌باشد در نتیجه نوشیدنی اسیدی می‌باشد. طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۳۸۴۵، میکروارگانیسم‌های اسیددوست مقاوم به اسید در نوشیدنی‌ها شامل لاکتوباسیلوس، لاکونوستوک، استوباکتر و گلوکونوباکترها می‌باشد. مقدار اسید بالا و در نتیجه کاهش pH نوشیدنی موجب شده است که تنها باکتری‌های اسید دوریک، مخمرها و کپک‌ها توانایی رشد و تکثیر داشته باشند. اسید یته بالا و pH پایین نوشیدنی برای رشد پاتوژن‌ها

مناسب نمی‌باشد. باکتری‌های اسید استیک مانند گلوکونوباکتر نیز در موارد نقص در بسته‌بندی و افزایش اکسیژن محلول، باعث فساد آبمیوه می‌شوند. همچنین باکتری‌های اسپوردار مقاوم به اسید نیز با تولید الکل سبب فساد آبمیوه می‌شوند. این باکتری‌ها نسبت به حرارت پاستوریزاسیون مقاوم هستند [۴۳].

بار میکروبی اولیه در نوشیدنی پاستوریزه شده  $\log 0$  CFU/ml بود. در نگهداری ۲۸ روزه نوشیدنی در یخچال، هیچ کلونی باکتریایی از جمله اشرشیاکلی، کلی‌فرم، کپک و مخمر و باکتری‌های مقاوم به اسید مشاهده نشد. همچنین در بررسی شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها تا روز ۲۱ ام، هیچ گونه میکروبی مشاهده نگردید. این نتیجه کارایی فرآیند حرارتی (در دما و زمان نگهداری مشخص) را نشان داد که با نتایج حاصل از وگارا و همکاران (۲۰۱۳) در آب انار مطابقت دارد [۴۴]. شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها در روز آخر  $\log 9$  CFU/ml نشان داده شد در نتیجه افزایش قابل مشاهده‌ای در رشد میکروبی در طول نگهداری مشاهده شد که نشان‌دهنده روند افزایشی در طول نگهداری بود ولی این میزان میکروارگانیسم چشمگیر نبود.

مطابق با نتایج حاضر، دی اولویرا ریبریو همکاران (۲۰۲۰)، در تولید یک نوشیدنی غیرتخمیری پروبیوتیک با میوه juçara گزارش کردند که جمعیت کپک‌ها و مخمرها کمتر از  $\log 1$  CFU/ml بود و نمونه‌ها فاقد سالمونلا بوده و غلظت کلی‌فرم کمتر از  $\log 3$  CFU/ml بود که بیان کردند شرایط بهداشتی خوبی در فرآوری و در حین نگهداری نوشیدنی مطابق استانداردهای قوانین برزیل وجود دارد [۱۸].

### ۳-۳- بررسی زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها طی نگهداری

طبق نتایج حاصل شده، قابلیت زنده‌مانی و رشد باکتری بیفیدوباکتریوم بیفیدوم بالاتر از لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس بود. به طوری که با سه تکرار انجام شده و حتی در غلظت‌های مختلف تلقیح، لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس در نمونه‌های نوشیدنی هیچ رشدی نداشت. یکی از مهم‌ترین

مسائلی که در تولید فرآورده‌های پروبیوتیکی مطرح می‌باشد، عدم تغییر جمعیت باکتری‌های پروبیوتیک در مدت نگهداری محصول می‌باشد، به طوری که ثابت شده اگر میزان این باکتری‌ها در طول زمان نگهداری فرآورده کاهش یابد، اثرات پروبیوتیکی این باکتری‌ها در میزان اعمال نمی‌شود. به منظور اثر بخشی پروبیوتیک‌ها برای انسان، تعداد میکروارگانیسم‌های زنده باید بیش از  $10^6$  CFU/ml باشد تا میزان دوز مناسب روزانه  $10^9$ – $10^6$  باکتری زنده را فراهم کند [۴۵].

شکل ۱ روند تغییرات شمارش باکتری بیفیدوباکتریوم را در نوشیدنی پرتقالی بر پایه آب‌پنیر در طول نگهداری در یخچال نشان می‌دهد. در روز هفتم نگهداری کمترین و بیشترین میزان پروبیوتیک به ترتیب متعلق به نمونه کنترل یا نمونه بدون فیبر ( $\log 6.69$  CFU/ml) و نمونه حاوی فیبر گندم ( $\log 6.95$  CFU/ml) بود. اما در طی ۴ هفته نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تعداد باکتری‌های پروبیوتیک موجود در تمامی نمونه‌های نوشیدنی موردنظر تقریباً دو واحد لگاریتمی کاهش داشت. بنابراین برای تامین این تعداد از میکروب در نوشیدنی پروبیوتیکی پیشنهاد می‌شود در لحظه تلقیح، تعداد بیش‌تری از پروبیوتیک در نوشیدنی اضافه گردد.

علت اصلی مرگ میکروارگانیسم‌ها طی نگهداری نمونه‌ها، اسیدیته بالا و pH پایین و تولید متابولیت‌هایی چون اسیدهای آلی و کمبود مواد قندی می‌باشد. بیش‌ترین جمعیت پروبیوتیک‌ها بعد از چهار هفته همچنان مربوط به نمونه نوشیدنی حاوی فیبر گندم بود. اختلاف سرعت رشد باکتری‌ها مربوط به محیط رشد آن‌ها بوده که در محیط‌های مختلف عکس العمل‌های متفاوت نشان می‌دهند [۴۶].

نوشیدنی حاوی فیبر گندم با وجود کاهش تعداد پروبیوتیک مناسب ارزیابی شد چراکه بعد از گذشت ۲۱ روز نگهداری در یخچال، زنده‌مانی باکتری پروبیوتیک در یخچال بیش‌تر از  $10^6$  CFU/ml بود که این تعداد مطابق با حد توصیه شده توسط استاندارد ایران ( $10^6$  CFU/ml) بود.

در بررسی فیبرها، نتایج نشان داد که فیبر گندم عملکرد بهتری نسبت به فیبر اینولین از خود نشان داد و باعث حفظ بیشتر زنده‌مانی پروبیوتیک گردید. همچنین در مقایسه فیبر اینولین بلندزنجیر و کوتاه‌زنجیر، نتایج نشان داد که اینولین بلندزنجیر عملکرد بهتری نسبت به اینولین کوتاه زنجیر دارد. ولی در مجموع در مقایسه با نمونه کنترل (بدون فیبر) افزودن فیبرها باعث افزایش زنده‌مانی و رشد پروبیوتیک‌ها گردید. مطابق با نتایج حاضر، رضایی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که افزودن دو درصد اینولین در ماست باعث حفظ زنده‌مانی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و بیفیدوباکتریوم می‌گردد [۴۷]. طیبی مقدم و احسانی (۱۳۹۲) گزارش کردند که حضور اینولین در شیر تاثیر مثبتی روی قابلیت زنده‌مانی باکتری‌های پروبیوتیک در ماست دارد که تاثیر اینولین تجاری روی بقاء باکتری‌های پروبیوتیک بیش‌تر از پودر اینولین استخراجی از ریشه کاسنی بود [۷].

#### ۴- نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر تولید نوشیدنی ورزشی سین‌بیوتیک بر پایه آب‌پنیر غنی شده با کلسیم و ویتامین D می‌باشد. در این تحقیق اثر فیبر اینولین بلندزنجیر و کوتاه زنجیر و فیبر گندم به عنوان ترکیبات پری‌بیوتیک بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها در نوشیدنی ورزشی طی ۲۸ روز نگهداری در دمای یخچال بررسی و مقایسه گردید. نتایج نشان داد که استفاده از فیبر گندم برخلاف فیبرهای اینولین باعث افزایش معنی‌داری بر میزان pH نوشیدنی گردید. در نتیجه افزودن فیبرهای اینولین بر

#### ۶- منابع

خلاف فیبر گندم افزایش معنی‌داری بر میزان بریکس و پروتئین مشاهده گردید. روند افزایشی معنی‌داری بر میزان ماده خشک نوشیدنی در نتیجه افزودن هر سه نوع فیبر مشاهده شد. زنده‌مانی پروبیوتیک در نمونه‌های نوشیدنی در طول ۲۸ روز نگهداری در دمای یخچال کاهش پیدا کرد اما به طور کلی افزودن فیبرها در مقایسه با نمونه شاهد باعث افزایش زنده‌مانی پروبیوتیک‌ها گردید که در این حین فیبر گندم در مقایسه با اینولین بلندزنجیر و کوتاه زنجیر عملکرد بهتری از خود نشان داد. به طوری که بعد از ۲۱ روز نگهداری نوشیدنی در یخچال، زنده‌مانی پروبیوتیک در نوشیدنی حاوی فیبر گندم در حد میزان تعریف شده (برای فراورده‌های پروبیوتیکی حداقل  $10^6$  سلول در هر میلی‌لیتر) حفظ شد. با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام شده، میزان ویتامین D<sub>3</sub> و کلسیم در بازه توصیه شده استاندارد قرار گرفت که در نتیجه می‌توان نوشیدنی ورزشی را توسط کلسیم و ویتامین D<sub>3</sub> به ترتیب به میزان ۱۲۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم و ۰/۰۲ پی‌پی‌ام غنی نمود و از خواص سلامت‌بخش آن بهره جست بدون این‌که اثر نامطلوبی بر خواص کیفی محصول داشته باشد.

#### ۵- سپاس‌گزاری

از جناب آقای مهندس بزرگمهر دادگر، رئیس شرکت لبنی دوشه آمل (لبنیات هراز) به‌جهت فراهم آوردن امکانات جهت انجام این پژوهش صمیمانه قدردانی می‌شود.

[1] Bayoumi, M., Mohamed, A. G., El-Sheikh. M. M. (2011). Effect of ultra filtration permeate on the quality of chocolate milk. *Journal of American Science*: 7(7) 609-615.

[2] Galvao, L. M. V., Sousa, M. D. M., NASCIMENTO, A. M. D. C. B., SOUZA, B. V. C. D., & NUNES, L. C. C. (2020). Evaluation of shelf life of isotonic beverage enriched with cajuína. *Food Science and Technology*, (AHEAD).

[3] Hernández-Ledesma, B., Ramos, M., & Gómez-Ruiz, J. Á. (2011). Bioactive components of ovine and caprine cheese whey. *Small Ruminant Research*. 101(1), 196-204.

[4] Li, L., Sun, F. H., Huang, W. Y. J., & Wong, S. H. S. (2018). Effects of whey protein in carbohydrate-electrolyte drinks on post-exercise rehydration. *European journal of sport science*, 18(5), 685-694.

- [5] Dhamsaniya, NK., Varshney, AK. (2013). Development and Evaluation of whey Based RTS Beverage from Banana Juice. *J Food Process Technol* 4:203. doi:10.4172/2157-7110.100203.
- [6] Bonyadi, F., Tukmechi, A., & Mohebalian, H. (2014). An overview of probiotics and their role in cancer management. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 24(112), 128-140.
- [7] Tayyebmoghdam, S., & Ehsani, M. (2020). Comparison of the effect of extracted inulin from native chicory root with commercial inulin on the viability of probiotics and physicochemical, rheological and sensory properties of synbiotic yogurt. *Journal of food science and technology (Iran)*, 17(99), 91-109.
- [8] Sánchez-Alonso, I., Haji-Maleki, R., & Borderias, A. J. (2007). Wheat fiber as a functional ingredient in restructured fish products. *Food Chemistry*, 100(3), 1037-1043.
- [9] Yeganehzad, S., Tehrani, M. M., Shahidi, F. A. K. H. R. I., & Zayerzadeh, E. (2009). Study on the effect of soymilk on survival of *Lactobacillus acidophilus*, physicochemical and organoleptical properties of probiotic yoghurt. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 16(1), 165-173.
- [10] Berenji, A. S., Azizi, T. M. H., & Sahari, M. A. (2008). The effect of fortification with Iron, Folic acid, Zinc and Calcium on rheology and chemical properties of Setareh wheat flour.
- [11] Rahbarinejad, S., Berenji, S., & Nateghi, L. (2022). Study of possibility of pastille fortification with vitamin D3 and calcium. *Journal of food research*, 79-95.
- [12] Martin, B. R., Weaver, C. M., Heaney, R. P., Packard, P. T., & Smith, D. L. (2002). Calcium absorption from three salts and CaSO<sub>4</sub>-fortified bread in premenopausal women. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(13), 3874-3876.
- [13] Iranian National Standardization Organization, Milk and milk Products – Determination of titrable Acidity and Value pH – Test Method. ISIRI no 2852.
- [14] Iranian National Standardization Organization, Carbonated drinks - chemical test methods. ISIRI no 1249.
- [15] Iranian National Standardization Organization, Cereals and pulses – Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content – kjeldahl method, ISIRI no 19052.
- [16] Iranian National Standardization Organization, Foodstuffs - Determination of vitamin D by high performance liquid chromatography-Measurement of cholecalciferol (D3) or ergocalciferol, ISIRI no 13579.
- [17] Iranian National Standardization Organization, Milk and milk products-Determination of calcium, sodium, potassium and magnesium contents-Atomic absorption spectrometric method, ISIRI no 10780.
- [18] Iranian National Standardization Organization, Microbiology of the food chain — Horizontal method for the enumeration of microorganisms — Part 1: Colony count at 30 °C by the pour plate technique, ISIRI no 5272.
- [19] de Oliveira Ribeiro, A. P., dos Santos Gomes, F., dos Santos, K. M. O., da Matta, V. M., de Araujo Santiago, M. C. P., Conte, C., ... & Walter, E. H. M. (2020). Development of a probiotic non-fermented blend beverage with juçara fruit: Effect of the matrix on probiotic viability and survival to the gastrointestinal tract. *LWT*, 118, 108756.
- [20] Miočinović, J., Puđa, P., Radulović, Z., Pavlović, V., Miloradović, Z., Radovanović, M., & Paunović, D. (2011). Development of low fat UF cheese technology. *Mljekarstvo*, 61(1), 33.
- [21] Juan, B., Zamora, A., Quintana, F., Guamis, B., & Trujillo, A. J. (2013). Effect of inulin addition on the sensorial properties of reduced-fat fresh cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 4(66), 478-483.
- [22] Tratnik, L., BOŽANIĆ, R., Herceg, Z., & Drgalić, I. D. A. (2006). The quality of plain and supplemented kefir from goat's and cow's milk. *International Journal of Dairy Technology*, 59(1), 40-46.
- [23] Ertekin, B., & Guzel-Seydim, Z. B. (2010). Effect of fat replacers on kefir quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(4), 543-548.
- [24] Glibowski, P., & Kowalska, A. (2012). Rheological, texture and sensory properties of kefir with high performance and native inulin. *Journal of Food Engineering*, 111(2), 299-304.
- [25] Vivek, K.B., Reddy, K.K., Reddy, P.V.M., Kumar, M.S & Narsaiah, K. (2013). Effect of co-encapsulation of probiotics with prebiotics and their survivability in Dahi during storage. *International Journal of Agriculture and Food Science Technology*, 4(1): 67-75.
- [26] Bitaraf, S., Abbasi, S., & Hamidi, Z. (2013). Production of low-energy prebiotic dark chocolate using inulin, polydextrose, and maltodextrin. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 8(1), 49-62.
- [27] Khakbaz, M., & Khishgadam, H. (2017). The investigation of rheological and physicochemical characteristics of new formulation of juice produced by combination of sour cherry and red grape, fortified with inulin dietary fibre as a prebiotic product. *Journal of Food Research*, 27(4), 121-134.

- [28] Hosseini, M. (2016). Production of synbiotic juice: study on the effect pH, Brix, Formalin index and Rheological. *Journal of food science and technology (Iran)*, 14(63), 73-81.
- [29] Javidi, Y., & Goli, M. (2021). Investigation of physico-chemical and microbial properties of low fat yogurt enriched with whey protein concentration, milk protein concentration, and wheat-psyllium fiber. *Journal of food science and technology (Iran)*, 18(112), 247-260.
- [30] Nateghi, L., Zarei, F., & Rezaei, M. (2021). Study of the effect of wheat fiber and extract in the physicochemical and sensory properties of orange juice during storage, *Food Safety And Processing*, 1(1), 49-70.
- [31] Ababaf, K., Jooyandeh, H., & Nasehi, B. (2020). Effect of transglutaminase enzyme treatment on the physicochemical and microbial properties of synbiotic soy yogurt. *Journal of Food Research*, 30(3), 189-201.
- [32] Rinaldoni AN, Campderros ME and Padilla AP, (2012). Physico-chemical and sensory properties of yogurt from ultra filtered soy milk concentrate added with inulin. *LWT-Food Science and Technology* 45: 142-147.
- [33] Zomorodi, S. H. (2013). Physicochemical, rheological and sensory properties of stirred fruit yoghurt fortified by wheat fiber. *Journal of food research*, 443-454.
- [34] Sahan, N. U. R. A. Y., Yasar, K., & Hayaloglu, A. A. (2008). Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a  $\beta$ -glucan hydrocolloidal composite during storage. *Food Hydrocolloids*, 22(7), 1291-1297.
- [35] Ghobadi, M., Varidi, M.J, and Varidi, M. (2016). Evaluation of physicochemical and functional properties of wheat, sugar beet and potato dietary fiber, *Journal of food industry research*, ۲۷ (۱)، ۱-۱۲.
- [36] Mansouri Yarahmadi, A., Rajaei, P., & Movahhed, S. (2022). Use of fiber obtained from barley malt pulp as a fat substitute in the production of low fat mayonnaise. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*.
- [37] Romero-Lopez, M. R., Osorio-Diaz, P., Bello-Perez, L. A., Tovar, J., & Bernardino-Nicanor, A. (2011). Fiber concentrate from orange (*Citrus sinensis* L.) bagasse: Characterization and application as bakery product ingredient. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(4), 2174-2186.
- [38] Sardarifar, I., Almasi, H., & Roufegarinezhad, L. (2019). Microencapsulation of zinc micronutrient by spray drying method and its application in apple juice fortification. *Journal of Food Research*, 29(2), 47-63.
- [39] Hodgson, S.F., Watts, N.B. (2003). American association of clinical endocrinologist's medical guidelines for clinical practice for the prevention and treatment of postmenopausal osteoporosis. *Endocr Pract*; 9: 554-564.
- [40] Kazmi, S. A., Vieth, R., & Rousseau, D. (2007). Vitamin D3 fortification and quantification in processed dairy products. *International Dairy Journal*, 17(7), 753-759.
- [41] Tamer, C., Incedayi, B., ÇOPUR, Ö., & Karınca, M. (2013). A research on the fortification applications for jelly confectionery. *Journal of food agriculture & environment*, 11(2).
- [42] Cortes, R, M. I. S. A. E. L. (2013). Quality assessment of cape gooseberry candy with added calcium without sucrose. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1), 47-56.
- [43] Sourı, A., Mirzaei, M. Mirdamadi, S. (2019). The effect of green leaf tea extract on probiotic bacterial viability in watermelon juice, *Journal of food science and technology*, 85 (15), 73-86.
- [44] Vegara, S., Martí, N., Mena, P., Saura, D., & Valero, M. (2013). Effect of pasteurization process and storage on color and shelf-life of pomegranate juices. *LWT-Food Science and Technology*, 54(2), 592-596.
- [45] Iranian National Standardization Organization, Sport and energy drinks – Specifications and test methods, ISIRI no 6693.
- [46] Rahimi Majd. H, Hashemiravan. M, Pourahmad. R. (2021). Production of probiotic beverage based on mixture of Red grape juice and Malt extract, *Food Safety and Processing*, 1 (1), 85-96.
- [47] Rezaei, R., Khomeiri, M., Aalami, M., & Kashaninejad, M. (2012). Effects of inulin on the physicochemical, rheological, sensory properties and survival of probiotics in frozen yogurt. *Journal of Food Science and Technology*, 41(10), 23-31.

**Table 1. Physicochemical characteristics of beverages**

| Sample             | Protein                  | dry matter                | brix                      | pH                        |
|--------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Control            | 0.77 ± 0.01 <sup>b</sup> | 8.96 ± 0.04 <sup>b</sup>  | 8.5 ± 0.01 <sup>b</sup>   | 3.59 ± 0.005 <sup>b</sup> |
| Wheat fiber        | 0.78 ± 0.01 <sup>b</sup> | 10.89 ± 0.03 <sup>a</sup> | 8.5 ± 0.1 <sup>b</sup>    | 3.63 ± 0.015 <sup>a</sup> |
| Short chain inulin | 0.87 ± 0.01 <sup>a</sup> | 10.71 ± 0.57 <sup>a</sup> | 10.46 ± 0.05 <sup>a</sup> | 3.61 ± 0.011 <sup>b</sup> |
| Long chain inulin  | 0.87 ± 0.01 <sup>a</sup> | 10.93 ± 0.03 <sup>a</sup> | 10.4 ± 0.1 <sup>a</sup>   | 3.61 ± 0.018 <sup>b</sup> |

alues with different letters within a column denote statistically significant differences ( $P < 0.05$ ).

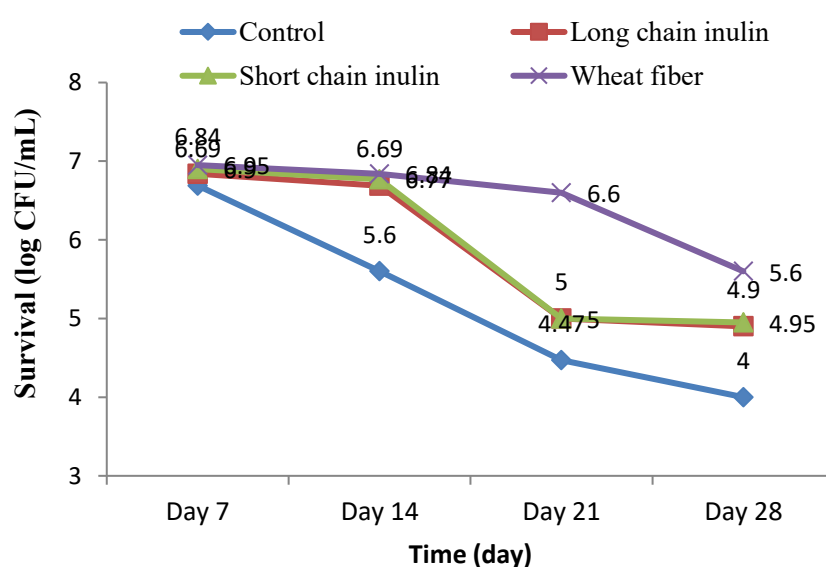
**Table 2. Analysis results of fortified drink**

| Calcium (mg per 100 grams) | Vitamin D (ppm) | Osmolality (milliosmol/kg) | Total sugar (%) |
|----------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|
| 124                        | 0.02            | 365                        | 8               |

**Table 3. The results of microbial test of drinks stored for 28 days**

| Test                    | first day | 7th day | 14th day | 21st day | 28th day |
|-------------------------|-----------|---------|----------|----------|----------|
| Escherichia coli        | ND        | ND      | ND       | ND       | ND       |
| Coliform                | ND        | ND      | ND       | ND       | ND       |
| mold and yeast          | ND        | ND      | ND       | ND       | ND       |
| Acid resistant bacteria | ND        | ND      | ND       | ND       | ND       |
| Total count             | ND        | ND      | ND       | ND       | 9Log     |

(ND = not detected)



**Fig. 1** The number of *Bifidobacterium* (log<sub>10</sub> CFU/mL) in whey-based orange beverages during 28 days of storage at 4 °C.



## Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage: [www.fsct.modares.ir](http://www.fsct.modares.ir)

### Scientific Research

#### Comparison of the effect of inulin and wheat fiber on the viability of probiotics in the sports drink enriched with calcium and vitamin D

Shaghayegh Dadgar<sup>1</sup>, Mehdi Sharifi Soltani<sup>2</sup>, Sara Jafarian<sup>3</sup>

1 –Graduate of the Department of Veterinary Medicine, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran.

2 –Department of Veterinary Medicine, Chalus Branch, Islamic Azad University, Chalus, Iran.

3- Department of Food Science and Technology, Noor Branch, Islamic Azad University, Noor, Iran

| ARTICLE INFO                                                                                             | ABSTRACT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Article History:</b></p> <p>Received:2022/07/27</p> <p>Accepted:2025/09/27</p>                     | <p>The purpose of this research is to produce a synbiotic sports drink based on whey. Whey provides the necessary osmolality in a sports drink due to its mineral content. In this research, the effect of two types of long-chain and short-chain inulin fiber and wheat fiber on the survival of probiotics in sports drinks was investigated and compared during 28 days of storage at refrigerator temperature. The presence of these compounds in the drink has a positive effect on the viability of probiotics in the drink, and the effect of wheat fiber on the survival of probiotic bacteria was greater than that of inulin fibers. The bacterial colonies such as <i>Escherichia coli</i>, coliform, mold, yeast and acid-resistant bacteria were not observed in the 28-day storage of the drink in the refrigerator. Also, microorganism was not observed in the general count of microorganisms until the 21st day. This result showed the efficiency of the thermal process (at a certain temperature and storage time). Vitamin D3 and calcium levels were within the standard recommended range. The results showed that it is possible to use calcium in the amount of 124 mg/100 grams and vitamin D in the amount of 0.02 ppm without any adverse effect in the formulation of the drink. Therefore, it is possible to benefit from its valuable properties by enriching the drink and using it in the diet of children and the elderly.</p> |
| <p><b>Keywords:</b></p> <p>sports drink,<br/>probiotics,<br/>fibers,<br/>enrichment.</p>                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p><b>DOI:</b> 10.48311/fsct.2025.83200.0.</p> <p>*Corresponding Author E-<br/>ak.arianfar@iau.ac.ir</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |