



مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی تاثیر استفاده از پودر تفاله انگور برای تولید مغزی‌های مربایی فراسودمند دارای باسیلوس

کواگولانس بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی شیرینی آردی

فرزاد صابری^۱، مصطفی کریمی^{۲*}، اعظم شیری^۳، موسی رسولی^۴، روح الله کریمی^۴

۱- گروه تبدیل و نگهداری انگور، پژوهشکده انگور و کشمش، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

۲- گروه صنایع غذایی، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. ایمیل نویسنده مسئول:

۳- گروه مهندسی علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین، قزوین، ایران

۴- گروه باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ‌های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۱۷

تاریخ داوری: ۱۴۰۳/۰۹/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۰۱

کلمات کلیدی:

تفاله انگور،

پروبیوتیک،

فراسودمند،

مغزی شیر

انگور

با توجه به افزایش تقاضا برای محصولات غذایی فراسودمند و اهمیت بهبود ویژگی‌های حسی و سلامت‌محور شیرینی‌ها، در این پژوهش تولید مغزی مربایی فراسودمند با استفاده از تفاله انگور جایگزین پکتین و شیر انگور برای شیرین‌کننده طبیعی که دارای باکتری پروبیوتیک باسیلوس کواگولانس بود، بررسی شد. مقادیر مختلف تفاله انگور (۲/۵، ۵/۰، ۷/۵ و ۱۰ گرم) جایگزین پکتین شد. از شیر انگور به‌عنوان شیرین‌کننده طبیعی و برای فراسودمند کردن مغزی از دو سویه باکتری پروبیوتیک باسیلوس کواگولانس استفاده شد. مغزی تولید شده در فرمولاسیون شیرینی آردی استفاده شد و سپس در شرایط شبیه سازی دستگاه گوارش (معدة و رود) قرار گرفت. درصد بقای هر دو سویه موجود در مغزی‌های مربایی در شرایط برون‌تنی دستگاه گوارش بالاتر از ۹۰ درصد بود که نشان داد مغزی مربایی می‌تواند یک ماده غذایی مهم نه تنها برای حمل‌گونه‌های باسیلوس در طول عمر مفیدشان باشد، بلکه می‌تواند به‌طور بالقوه بقای آن‌ها را در شرایط دستگاه گوارش تضمین کند. پذیرش کلی در مغزی‌های حاوی شیر انگور و باسیلوس کواگولانس (۴/۵۳) از مغزی‌های معمولی (۴/۲۹) بیشتر بود. نتایج این پژوهش نشان داد که می‌توان با استفاده از تفاله انگور، شیر انگور و باکتری پروبیوتیک باسیلوس کواگولانس، مغزی مربایی پروبیوتیک با قند طبیعی تولید کرد که منجر به ارزش‌دهی فرآورده‌های جانبی صنایع غذایی نیز می‌شود.

DOI: 10.48311/fsct.2026.83794.0

* مسئول مکاتبات:

amshiri@gmail.com

mkarami@basu.ac.ir

۱-مقدمه

مغزی مربایی (میوه‌ای)^۱ متعلق به گروهی از فرآورده‌های بر پایه میوه است که از مواد خام میوه‌ای، شکر، آب و عوامل تثبیت کننده تهیه می‌شود و در فرآورده‌های مختلفی همچون کیک، دونات و غیره استفاده می‌شود. کیفیت حسی مغزی-های مربایی شامل ویژگی‌هایی مانند تعادل شیرینی و ترشی، رنگ، طعم میوه، سفتی متوسط و بافت همگن ژل مانند است. یکی از اجزای فرمولاسیون مغزی‌های مربایی هیدروکلوئیدهایی همچون پکتین است [۱]. پکتین طیف وسیعی از خواص عملکردی را ارائه می‌دهد که می‌تواند ویسکوزیته، استحکام ژل، بافت، پایداری پخت و خواص حرارتی را با ماندگاری بیشتر بهبود بخشد. استفاده از هیدروکلوئیدها همچنین می‌تواند با کاهش استفاده از شکر، چربی و سایر مواد کمتر سالم به تولید فرآورده غذایی سالم‌تر کمک کند و از طرفی خواص حسی مطلوب مواد مغزی را حفظ کند. به طور کلی، استفاده از هیدروکلوئیدها در تولید مغزی‌های مربایی پتانسیل قابل توجهی برای بهبود کیفیت و عملکرد آن‌ها دارد و می‌تواند گستره وسیعی از مزایا را هم برای تولیدکنندگان و هم برای مصرف‌کنندگان فراهم کند [۲]. امروزه استفاده از ضایعات و فرآورده‌های جانبی صنعت غذا به عنوان منابع غنی از ترکیبات زیست فعال و مستعد استفاده در فرمولاسیون فرآورده‌های مختلف غذایی همچون مغزی‌های مربایی مورد توجه قرار گرفته است.

انگور (*Vitis vinifera*) یکی از فرآورده‌هایی است که به طور گسترده در جهان کشت می‌شود. فرآورده‌های مربوط به صنایع فرآوری انگور مقدار زیادی فرآورده‌ی جانبی و ضایعات تولید می‌کنند که در حال حاضر مشکل پایداری زیست محیطی و اقتصادی برای شرکت‌های این بخش ایجاد می‌کند. به همین دلیل، راه‌حلی برای گسترش فرآورده‌های نوین با ارزش افزوده بالا در حال بررسی هستند که از ارزش‌دهی این باقیمانده‌ها به دست می‌آیند [۳]. یکی از ضایعات تولید

شده در صنعت فرآوری انگور، تفاله انگور است که سرشار از ترکیبات ارزشمندی مانند پلی‌فنول‌ها (آنتوسیانین‌ها، فلاونول‌ها، فلاوان-۳-اول‌ها، پروسیانیدین‌ها)، اسیدهای فنولیک، رزوراترول، و پکتین است. معمولاً از تفاله انگور برای استخراج اسید تارتاریک و مواد رنگی مانند آنتوسیانین استفاده می‌شود. علاوه بر مزایای واقعی مربوط به استفاده مجدد از تفاله انگور، مانند راندمان بالا در مدیریت دفع و غنی‌سازی مولکول‌های فعال زیستی و مواد آنتی اکسیدانی [۳]، اخیراً کاربردهای تفاله انگور برای تولید عصاره با خواص آنتی اکسیدانی، بسترهای تخمیر، کمپوست‌سازی و زیست توده برای تولید انرژی مورد توجه قرار گرفته است [۴].

شربت ذرت فروکتوز بالا (HFCS)^۲ به دلیل ویژگی‌های تکنولوژیکی مناسب به عنوان جایگزین قند مورد استفاده قرار می‌گیرند. امروزه HFCS در فرآورده‌های نانویی، فرآورده-های لبنی، غلات صبحانه و نوشیدنی‌ها استفاده می‌شود، اما گزارش شده است که ممکن است رابطه مستقیمی بین مصرف زیاد فروکتوز و اثرات نامطلوب سلامتی مانند چاقی و سندرم متابولیک وجود داشته باشد. گزارش‌های زیادی که در مورد ویژگی‌های زیان بار بر روی سلامت انسان منتشر شده، موجب شده است که پژوهشگران در راستای جایگزین کردن با شیرین‌کننده‌های طبیعی مطالعاتی را انجام دهند. یکی از مواردی که ویژگی‌های مطلوبی نشان داده‌اند شیر میوه-هایی گوناگونی چون شیر انگور است [۵].

امروزه مواد غذایی فقط به عنوان یک بخش تغذیه‌ای در نظر گرفته نمی‌شوند. تصور عمومی این است که غذا تأثیر مستقیمی بر سلامت فرد دارد. در واقع مواد غذایی تنها دارای قابلیت رفع گرسنگی نیستند، بلکه دارای قابلیت اضافی برای بهبود سلامت جسمی و روانی هستند. با توجه به افزایش امید به زندگی و افزایش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی

توانایی باسیلوس کوآگولانس در حفظ هموستاز میکروبیوتای میزبان می‌تواند به هضم وعده‌های غذایی روزانه کمک کرده و سلامت روده را ارتقا دهد [۱۰]. اگرچه تاکنون پژوهش‌های مختلفی در زمینه استفاده از باکتری باسیلوس کوآگولانس در فرآورده‌های مختلف نظیر چای [۱۱، ۱۲]، اسنک [۱۳]، ماکارونی [۱۴] و کشک [۱۵] انجام شده است، این نخستین بار است که از باکتری پروبیوتیک باسیلوس کوآگولانس به منظور غنی‌سازی مغزی مربایی و تولید شیرینی آردی به عنوان محصول فراسودمند پروبیوتیک استفاده شده است. بنابراین هدف از این مطالعه تولید مغزی مربایی فراسودمند با استفاده از تفاله انگور جایگزین پکتین و شیر انگور به عنوان شیرین‌کننده طبیعی است که حاوی باکتری پروبیوتیک باسیلوس کوآگولانس هستند، می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده‌سازی پودر تفاله‌ی انگور (GPP^۴)

۶۵ کیلوگرم انگور واریته ویتیس وینیفر^۵ به‌طور مستقیم از شهرستان ملایر (فصل برداشت ۱۴۰۱) واقع در استان همدان جمع‌آوری شد. انگورها با استفاده از آب شسته و سپس پرس شدند و تفاله آن پس از استخراج آب انگور جدا شد. تفاله آب‌دار به مدت ۴ ساعت در آون (Sveba Dahlen, D-2, Fristad, سوئد) در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد قرار گرفت. در نهایت، تفاله انگور با استفاده از آسیاب (GCS2700، ایران) آسیاب شد و ۸۰ درصد ذرات از مش ۲۰۰ عبور کردند.

۲-۲- آماده‌سازی مغزی مربایی با پودر تفاله انگور

نمونه‌ها در دستگاه همزن (غذاساز) (Roboqbo, Qbo8، ایتالیا) مجهز به کنترل دما و سرعت همزدن طبق روش کارسلی و همکاران (۲۰۲۲) با اعمال تغییرات جزئی تهیه شدند [۱۶]. نخستین مرحله در تهیه نمونه‌ها توزیع خوب پکتین در شکر و افزودن آن به مخلوط HFCS (با بریکس

مرتبط با پیری جمعیت، غذاهای به اصطلاح فراسودمند^۳ در بین افراد آگاه به سلامت محبوبیت زیادی پیدا کرده است. واژه "فراسودمند" اغلب برای اشاره به فرآورده‌های غذایی استفاده می‌شود که دارای مزایای سلامت‌بخش خاصی هستند و به نوعی برای بدن انسان مفید هستند. برخی از غذاهای فراسودمند با تغییر روش‌های فرآوری یا افزودن مواد شیمیایی به مواد غذایی ساخته می‌شوند. وقتی صحبت از اجزاء زیست فعال به میان می‌آید، ویژگی‌های یک محصول می‌تواند به‌صورت سفارشی برای درمان یک بیماری یا کمک به بهبود سلامت عمومی تنظیم شود. ترکیب فراسودمند در مواد غذایی می‌تواند از افزودن مواد شیمیایی گیاهی مختلف مانند آنتی‌اکسیدان‌ها، ویتامین‌ها، فیبرها، مواد معدنی، اسیدهای چرب امگا سه و یا سلول‌های زنده میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک باشد. پروبیوتیک‌ها به‌عنوان باکتری‌های زنده‌ای توصیف می‌شوند که وقتی به نسبت کافی مصرف شوند، می‌توانند با حفظ تعادل میکروارگانیسم‌ها در دستگاه گوارش انسان، جلوگیری از بیماری‌های مختلف و تقویت سیستم ایمنی میزبان را موجب شوند [۶، ۷]. تفاله انگور تاکنون در پژوهش‌های گوناگونی مورد بررسی قرار گرفته است [۸، ۹]، اما بررسی اثر آن به‌عنوان جایگزین پکتین و همچنین کاربرد شیر انگور به‌عنوان HFCS در فرمولاسیون مغزی‌های مربایی تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته است، به همین دلیل در پژوهش حاضر از شیر انگور به‌عنوان یک شیرین‌کننده طبیعی استفاده شده است. به دلیل چرخه زندگی منحصربه‌فرد در دستگاه گوارش و اثرات پروبیوتیکی، باسیلوس کوآگولانس پتانسیل بالایی در درمان بیماری‌های مختلف انسانی نشان داده است. به‌عنوان مثال، از طریق تنظیم مستقیم یا تعدیل غیرمستقیم توسط میکروبیوتای میزبان، باسیلوس کوآگولانس نقش قابل توجهی در از بین بردن عفونت‌ها و کاهش بیماری‌های دستگاه گوارش و حتی بیماری‌های بافت‌های دوردست ایفا می‌کند. علاوه بر این،

5-*Vitis vinifera* L

3- Functional food

4-Grape pomace powder

تهیه تیمارهایی که حاوی GPP بودند، پکتین اضافه نشد. سطوح GPP مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است. نمونه‌ها به ظروف پلاستیکی مختلف منتقل شدند و به مدت ۲۴ ساعت در ۸ درجه سانتیگراد نگهداری شدند (نمونه‌های تازه آماده شده). پس از ۲۴ ساعت نیمی از هر تیمار مغزی مربایی در دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۰ دقیقه پخته شد. قبل از انجام آزمون‌های مورد نظر، نمونه‌ها به مدت ۱ ساعت در دمای محیط تثبیت شدند.

(۷۷)، گلیسرین، شربت سوربیتول ۷۰٪ بود که از قبل تا دمای ۶۰ درجه سانتیگراد حرارت داده شده و به مدت ۵ دقیقه با دور ۷۰ rpm همزده شده بود. سپس دما تا ۸۰ درجه سانتیگراد افزایش داده شد تا شکر و پکتین کاملاً حل شوند. کلرید کلسیم، در مقدار کمی آب حل شد و به مخلوط حاوی پکتین اضافه شد و هم زدن به مدت ۵ دقیقه دیگر ادامه یافت. در مرحله آخر، pH با استفاده از محلول اسید سیتریک (نسبت ۱:۲ اسید سیتریک به آب) روی ۳/۸ تنظیم شد و هم زدن و حرارت دادن به مدت ۵ دقیقه دیگر ادامه یافت. برای

Table 1. Formulation of fruit fillings prepared in the present study

Ingredients	HFCS 55%	Glycerin	Sorbitol syrup 70 %	Sugar	High-methoxy Pectin	GPP	Citric acid
Total (g)= 107	44.2	35	10	10	0	7.5	0.3

به منظور به دست آوردن اسپور از سویه‌های تجاری باسیلوس (باسیلوس کوآگولانس BC99 و باسیلوس کوآگولانس FC) ابتدا کشت‌ها در محیط نوترینت براث^۷ در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد به مدت ۲ روز رشد داده شدند و کشت‌های فعال به ۵۰ میلی‌لیتر محیط نوترینت براث منتقل و ۱۲ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد در گرمخانه قرار داده شدند. سپس، کشت‌ها به ۲۵۰ میلی‌لیتر محیط اسپورزایی (۲/۰ درصد گلوکز، ۵/۰ درصد سولفات نیتروژن، ۷/۰ آب، ۶/۰ درصد دی-پتاسیم هیدروژن فسفات، ۵/۰ درصد عصاره گوشت، ۳/۰ درصد پیتون) منتقل و در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد به مدت ۵ روز گرمخانه‌گذاری شدند. پس از گرمخانه‌گذاری، کشت‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد نگهداری و سپس با آب مقطر شسته شدند. برای این منظور، کشت‌ها در دمای ۴ درجه سانتیگراد و دور ۵۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ و اسپورها رسوب داده شدند. پس از آن، مایع رویی دور ریخته شد و رسوب با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل شسته و دوباره سانتریفیوژ شد. این روند ۳ بار تکرار شد. سپس رسوب به دست آمده در ۵ میلی‌لیتر آب مقطر

۲-۳- آماده‌سازی مغزی مربایی حاوی شیر انگور مغزی مربایی حاوی تفاله انگور و شیر انگور بر اساس نتایج قبلی ما [۱۷] تولید شد. به منظور تولید شیر انگور، ابتدا انگورها تمیز و آگیری شدند. سپس آب انگور تولید شده به نسبت ۱:۱۰ با خاک سفید مخلوط و تا از بین رفتن کف‌های ایجاد شده، همزده شد. سپس به مدت ۶ ساعت رها شد تا خاک‌ها ته‌نشین شود. در مرحله بعد با استفاده از پارچه چندلایه، خاک از آب انگور تفکیک شد. در نهایت آب انگور صاف شده تا به دست آمدن شیر انگور با بریکس ۷۰ حرارت داده شد. فرمولاسیون مغزی‌های مربایی مانند مرحله ۲-۲ تهیه شد. برای تهیه مغزی مربایی از شیر انگور (۲۰/۷۸۵ درصد)، HFCS (۱۱/۴۲۱ درصد) و شربت سوربیتول (۵/۹۹ درصد) استفاده شد. این مقادیر بر اساس پاسخ بهینه بیشترین نرمی بافت با استفاده از طرح سیمپلکس شبکه‌ای^۶ انتخاب شد.

۲-۴- آماده‌سازی مغزی مربایی فراسودمند

۲-۴-۱- کشت باسیلوس کوآگولانس

استریل حل شد و برای استفاده در مراحل بعدی در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شد [۱۸].

۲-۴-۲- فرمولاسیون مغزی مربایی حاوی باکتری پروبیوتیک پس از تولید مغزی مربایی با شیر انگور، HFCS و شربت فروکتوز در مرحله دوم، مغزی مربایی حاوی باکتری‌های پروبیوتیک در این مرحله تولید شد. سویه‌های تجاری باسیلوس کوآگولانس به عنوان یک باکتری پروبیوتیک برای تولید محصول فراسودمند استفاده شد. مغزی مربایی مشابه مرحله قبل تولید شد. به این منظور، قبل از انجام مرحله پخت نهایی، اسپورهای باکتری (10^8 - 10^{10} اسپور باسیلوس به ازای هر ۵۰۰ گرم از محصول) در دمای ۵۰-۴۵ درجه سانتیگراد به مخلوط افزوده شدند [۱۸].

برای تهیه شیرینی آردی ابتدا چربی (۹٪)، شکر (۱۲٪) و لسیتین سویا (۰/۱۵٪) توسط میکسر (2Z)، چرخش ماشین تبریز، ایران) به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۴۰ دور بر دقیقه مخلوط شدند و سپس بیکربنات مونیوم (۰/۶٪) و آب (۱۷٪) اضافه شد و به مدت ۲ دقیقه با سرعت ۳۰ دور بر دقیقه مخلوط شدند. در انتها آرد (۶۰/۸۳٪) به همراه آنزیم پروتئاز (۰/۰۲٪) و نمک (۰/۴٪) افزوده شده و طی مدت زمان ۱۰ دقیقه و با دور ۴۰ دور بر دقیقه مخلوط گردید. خمیر نهایی سپس تخلیه شد و به مدت ۱۰ دقیقه به آن استراحت داده شد تا آماده استفاده گردد. خمیر با استفاده از غلطک پهن و مغزی مربایی با نسبت ۳۰ به ۷۰ درصد روی آن ریخته شد و یک لایه دیگر از خمیر روی مغزی مربایی قرار گرفت. نمونه‌های شیرینی آردی به مدت ۹ دقیقه و دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد پخته شدند. آزمون‌های مختلف پس از سرد شدن نمونه‌ها بر روی آن‌ها انجام شد.

۲-۴-۳- ارزیابی زنده ماندنی سویه‌های باسیلوس

سویه‌های پروبیوتیک باسیلوس در محیط کشت اندازه‌گیری

شدند. نمونه‌های رقیق‌شده با روش قطره‌ای در نوترینت آگار قرار گرفتند و پتری دیش‌ها در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت گرمخانه‌گذاری شدند. زنده ماندن گونه‌های باسیلوس در طول دوره نگهداری شیرینی آردی تا ۱۲ ماه در دمای اتاق تعیین شد.

۲-۴-۴- شبیه‌سازی برون‌تنی شرایط دستگاه گوارش

تجزیه و تحلیل پایداری میکروارگانیسم در دستگاه گوارش در شرایط برون‌تنی^۱ بر اساس روش توصیه شده توسط بیوریتی و همکاران (۲۰۱۰) تعیین شد [۱۹]. ۱۰ گرم از نمونه در معرض تیمار محلول‌های پپسین (۳ گرم در لیتر) و لیپاز (۰/۹ گرم در لیتر) با pH برابر با ۲ که با کمک محلول ۱ مولار اسید کلریدریک استریل تنظیم شده بود، برای شبیه‌سازی فاز معده قرار گرفت. برای شبیه‌سازی فاز اول روده‌ای، محلول نمک‌های صفراوی (۱۰ گرم در لیتر) و پانکراتین (۱ گرم در لیتر) اضافه شد و pH با استفاده از محلول قلیایی (۱۵۰ میلی‌لیتر محلول ۱ مولار سدیم هیدروکسید در هر لیتر، ۱۴ گرم مونوسدیم فسفات) روی ۵/۶ تنظیم شد. در نهایت برای شبیه‌سازی فاز دوم روده، ۱۰ گرم در لیتر نمک صفراوی و ۱ گرم در لیتر محلول پانکراتین پس از تنظیم pH روی ۷/۲ مجدداً به نمونه‌ها اضافه شد. هر محلول از سه فاز به مدت ۲ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد در شیکر نگهداری شد. برای شمارش اسپورها، ۱ میلی‌لیتر از محلول در زمان اولیه و پس از ۶ ساعت جمع‌آوری شد و برای شمارش در نوترینت آگار قرار داده شد. میزان بقای سویه‌های پروبیوتیک در زمان اولیه و پس از زمان مشخص بر اساس رابطه ۱ محاسبه شد:

$$= \text{زنده ماندن (درصد)}$$

$$\frac{\text{تعداد پس از گذشت زمان مشخص}}{\text{تعداد در زمان اولیه}} \times 100$$

(۱)

تجزیه و تحلیل پایداری در شرایط برون‌تنی دستگاه گوارش

در طول دوره نگهداری انجام شد.

محصول

۲-۴-۵- ردیابی حضور باکتری‌های پروبیوتیک

برای ردیابی حضور باکتری‌های پروبیوتیک، سویه باکتریایی را با رنگ فلوروسین ترکیب کرده و به مغزی افزوده و در زیر میکروسکوپ فلئورسانس با طول موج ۵۲۱ نانومتر بررسی شد. در این طول موج، رنگ فلوروسین از خود نور سبز رنگ بازتاب می‌کند.

۲-۶- ارزیابی حسی

به منظور ارزیابی حسی مغزی‌های مربایی تولید شده از ۲۰ ارزیاب آموزش دیده در شرکت زر نام استفاده شد که ۱۰ نفر زن و ۱۰ نفر مرد بودند. سن ارزیاب‌ها بین ۲۷ تا ۵۱ سال بود. نمونه‌های مورد بررسی در ظروف پلاستیکی در بسته و بدون بو با اعداد تصادفی سه رقمی در دمای اتاق به ارزیاب‌ها ارائه شد. از ارزیاب‌ها خواسته شد تا نمونه‌ها را بررسی کنند و با استفاده از مقیاس لذت گرایانه پنج درجه‌ای (از ۱ برابر با غیرقابل قبول تا ۵ بسیار قابل قبول)، ویژگی‌های رنگ، بو، طعم، بافت، و پذیرش کلی بررسی کنند.

۲-۷- تجزیه و تحلیل آماری

آزمون‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شدند. تحلیل و ارزیابی واریانس^۹ (ANOVA) با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS^{۱۰} در سطح اطمینان ۹۵ درصد و آزمون چند دامنه‌ای دانکن^{۱۱} برای تأیید وجود اختلاف بین میانگین‌ها انجام شد. تمام اندازه‌گیری‌های این بخش‌ها در سه تکرار انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ویژگی‌های مغزی مربایی پروبیوتیک در شیرینی آردی

۳-۱-۱- پایداری باکتری‌های پروبیوتیک طی زمان نگهداری

شمارش باکتری‌های پروبیوتیک دو سویه باسیلوس کوآگولانس در مغزی‌های مربایی تولید شده در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به نتایج، کاهش تقریباً ۲ واحد لگاریتمی تعداد میکروارگانیسم در طول فرآیند تولید مشاهده شد. حداقل تعداد میکروارگانیسم‌های پروبیوتیک مورد نیاز برای ارائه مزایای سلامتی به مصرف کننده باید بیشتر از 10^6 CFU/g باشد [۱۸]. با توجه به نتایج شمارش باکتری در روز اول، مشاهده شد که نمونه‌های مغزی مربایی به میزان لازم رسیده‌اند. در مورد مغزی مربایی حاوی باسیلوس کوآگولانس $BC99$ تعداد کلنی‌ها $8/11 \log$ CFU/g و برای سویه باسیلوس کوآگولانس FC برابر با $6/61 \log$ CFU/g بود، که پس از ۱۲ ماه نگهداری این مقادیر به ترتیب به $5/81 \log$ CFU/g و $7/08 \log$ CFU/g رسید. مغزی‌های مربایی حاوی سویه باسیلوس کوآگولانس $BC99$ خواص پروبیوتیکی خود را در طول دوره نگهداری حفظ کرده است. با این حال، تعداد سویه باسیلوس کوآگولانس FC کمتر از حد مورد نظر بود. از آنجاییکه تولید مغزی مربایی با درجه حرارت بالا انجام می‌شود، حفظ ماندگاری باکتری‌های پروبیوتیک مورد استفاده در فرمولاسیون محصول در طول تولید و نگهداری بسیار مهم است. اسپورهای باکتری به عنوان وسیله‌ای برای بقا در شرایط محیطی شدید تولید می‌شوند [۲۰]. پایداری حرارتی و توانایی گونه‌های باسیلوس برای زنده ماندن در شرایط سخت، آنها را به گزینه‌ای مناسب برای استفاده در فرمولاسیون مواد غذایی مختلف تبدیل کرده است [۲۱]. داکوستاکاردوسو و همکاران (۲۰۲۴) از آرد حاوی باکتری باسیلوس کوآگولانس برای تولید فرنی استفاده نمودند. بقای پروبیوتیک تا پایان دوره نگهداری بالای $7/13 \log$ CFU/g بود [۲۲]. انقل و همکاران (۲۰۲۳) از تفاله انگور خشک شده حاوی باکتری‌های پروبیوتیک اسید

لاکتیک به عنوان جایگزین شکر استفاده نمودند و اعلام نمودند که میزان بقای پروبیوتیک پس از ۱۴ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتیگراد به وزن خشک $7 \log \text{CFU/g}$ رسیده است [۸].

Table 2. The count of *B. Coagulans* in different fruit fillings during storage at room temperature ($\log \text{CFU/g}$)

Treatments	Before cooking (4 °C)	After cooking (at 45-50 °C) and during storage			
		Day 1	Month 3	Month 6	Month 12
Control	0	0	0	0	0
BC99	$1.08 \pm 0.15^{\text{Eb}}$	$8.11 \pm 0.25^{\text{Aa}}$	$7.86 \pm 0.20^{\text{Ba}}$	$7.59 \pm 0.09^{\text{Ca}}$	$7.08 \pm 0.07^{\text{Da}}$
FC	$8.45 \pm 0.06^{\text{Aa}}$	$6.61 \pm 0.045^{\text{Bb}}$	$6.01 \pm 0.13^{\text{ACb}}$	$5.93 \pm 0.17^{\text{Cdb}}$	$5.81 \pm 0.15^{\text{Db}}$

Different lower- and upper-letter indicate statistically significant differences ($p < 0.05$) between samples at the same time and the same sample at various times.

بود [۲۶]. به عنوان یک باکتری پروبیوتیک تشکیل دهنده اسپور، باسیلوس کوآگولانس به دلیل تحمل بالا در برابر شرایط محیطی سخت و ویژگی های پروبیوتیکی بسیار مهم است. اولاً، باسیلوس کوآگولانس می تواند به بهبود هضم روده ای کمک کند. ثانیاً، باسیلوس کوآگولانس می تواند میکروبیوتای همزیست میزبان را تنظیم کرده و از رشد باکتری های بیماری زا جلوگیری کند. در نهایت، به دلیل توانایی آن در نرمال سازی پارامترهای کمی سیستم ایمنی و فعالیت عملکردی سلول های ایمنی، باسیلوس کوآگولانس می تواند به طور قابل توجهی برای سیستم ایمنی میزبان مفید باشد [۱۰]. به طور کلی درصد زنده ماندن سویه باسیلوس کوآگولانس FC نسبت به باسیلوس کوآگولانس BC99 هم در ابتدای بررسی و هم پس از ۱۲ ماه ماندگاری کمتر بود اما این تفاوت معنی دار نبود. پس از گذشت فواصل زمانی مشخص، در هر دو سویه باسیلوس کاهش جزئی در ماه های ۳، ۶ و ۱۲ مشاهده شد، اما تفاوت معنی داری ($p > 0.05$) نداشتند. این یافته ها نشان داد که مغزی مربایی بر پایه تفاله انگور و با استفاده از شیرین کننده طبیعی (شیره انگور) می تواند یک ماده غذایی مهم نه تنها برای حمل گونه های باسیلوس در طول عمر مفیدشان باشد، بلکه می تواند به طور بالقوه بقای آن ها را در شرایط دستگاه گوارش تضمین کند.

۳-۱-۲- پایداری گونه های باسیلوس در شرایط برون تنی دستگاه گوارش

مقاومت در برابر آنزیم ها و pH شبیه سازی شده معده و روده از جمله آزمایش های برون تنی است که بیشتر برای ارزیابی پتانسیل پروبیوتیک سویه های میکروبی توصیه می شود [۱۹، ۲۳، ۲۴]. کنترل تحمل میکروارگانیسم های پروبیوتیک در محصول نهایی به شرایط گوارشی می تواند به گزینش ماده ای غذایی مناسب، به ویژه برای باکتری های حساس تر به شرایط دستگاه گوارش کمک کند و همچنین ممکن است در افزایش بقای آنها نیز مؤثر باشد [۱۹، ۲۵]. میزان بقای سویه های باسیلوس با خواص پروبیوتیک اضافه شده به مغزی های مربایی در معرض شرایط برون تنی دستگاه گوارش در طول دوره نگهداری محصول تعیین شد (جدول ۲). درصد بقای هر دو سویه پروبیوتیک باسیلوس موجود در مغزی های مربایی در تمام مدت مورد بررسی بالاتر از ۹۰ درصد بود. در مطالعه ای که توسط سوارز و همکاران (۲۰۱۹) انجام و در آن از باکتری های پروبیوتیک در مواد غذایی مختلف (به عنوان حامل) استفاده شد، مشخص شد که پروبیوتیک های باسیلوس زنده مانده بالاتری نسبت به سویه های پروبیوتیک بیفیدوباکتریوم و لاکتوباسیلوس بدون توجه به ماده غذایی مورد بررسی نشان می دهند و میزان بقای سویه های باسیلوس در شرایط برون تنی دستگاه گوارش همیشه بالای ۸۳ درصد

Table 3. The stability of *B. Coagulans* of different fruit fillings during storage in the gastrointestinal tract (%)

Treatments	Day 0	Month 3	Month 6	Month 12
BC99	$97.56 \pm 1.45^{\text{Aa}}$	$96.37 \pm 1.11^{\text{Ba}}$	$95.78 \pm 0.98^{\text{Ca}}$	$95.34 \pm 1.01^{\text{Da}}$
FC	$97.01 \pm 1.23^{\text{Ab}}$	$95.98 \pm 1.13^{\text{Bb}}$	$94.86 \pm 1.36^{\text{Cb}}$	$94.79 \pm 1.17^{\text{Db}}$

Different lower- and upper-letter indicate statistically significant differences ($p < 0.05$) between samples at the same time and the same sample at various times.

۳-۱-۲- ردیابی حضور باکتری‌های پروبیوتیک

تصاویر میکروسکوپ اسکن لیزری کانفوکال در ابتدا و انتهای دوره نگهداری مغزی‌های مربایی در شیرینی آردی در شکل ۱ نشان داده شده است. نقاط سبز مربوط به باکتری‌های زنده و نقاط قرمز مربوط به باکتری‌های مرده است. همانطور که مشاهده می‌شود، در هر دو نوع باکتری پروبیوتیک مورد استفاده، در روز صفر تعداد نقاط سبز بیشتر است و بعد از

گذشت ۱۲ ماه نگهداری نقاط قرمز افزایش پیدا کرده که زنده ماننی باکتری‌های پروبیوتیک را نشان می‌دهد. زنده‌ماننی سویه باسیلوس کواگولانس BC99 در طول زمان بیشتر بوده است. روبل و همکاران (۲۰۱۰) نتایج مشابهی با تحقیق حاضر ارائه کردند و نشان دادند که با گذشت زمان زنده‌ماننی باکتری‌های پروبیوتیک کمتر می‌شود و بر تعداد نقاط قرمز افزوده می‌شود [۲۷].

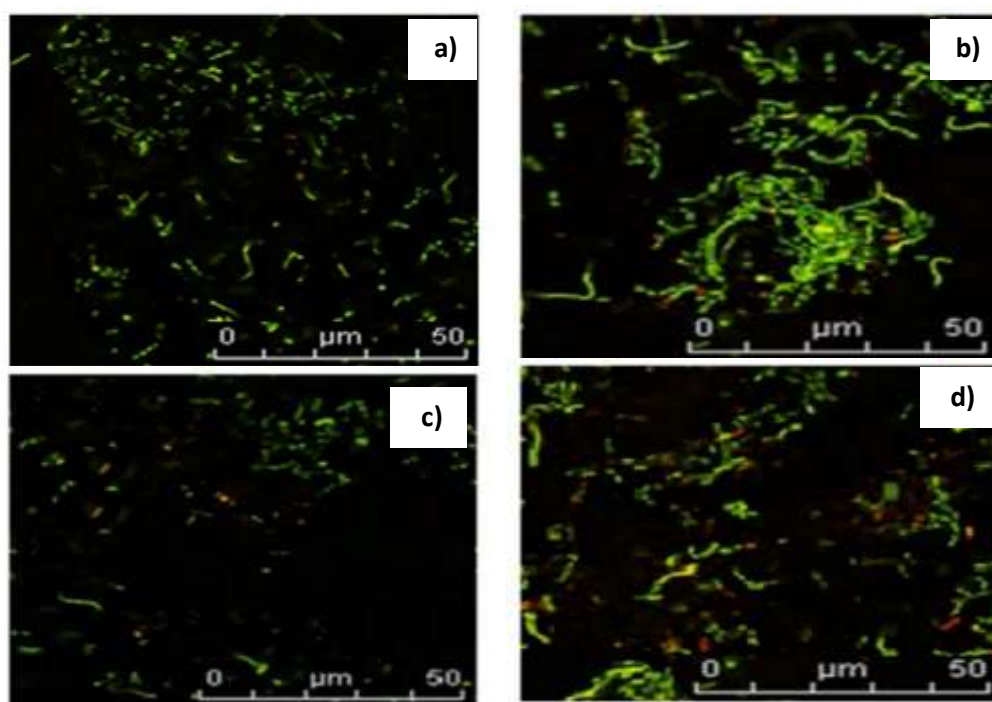


Fig. 1. Confocal laser microscopy of fruit fillings in biscuits. a) FC and b) BC99 at day 0, c) FC and d) BC99 at month 12.

۳-۱-۲- ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی مغزی‌های مربایی تولید شده در شکل ۲ نشان داده شده است. پذیرش کلی بیشتر در مغزی‌های حاوی شیره انگور (یعنی مغزی‌های مربایی فراسودمند) یافت شد. اما بین پذیرش کلی مغزی‌های فراسودمند حاوی باسیلوس کواگولانس BC99 و باسیلوس کواگولانس FC اختلاف معنی‌دار آماری ($p < 0.05$) وجود نداشت که این موضوع

نشان می‌دهد وجود سویه‌های پروبیوتیک تأثیری بر پذیرش محصول ندارند و دلیل تمایل بیشتر ارزیاب‌ها به مغزی‌های مربایی فراسودمند، وجود شیره انگور در آن‌ها به جای شربت فروکتوز بوده است. احتمالاً مطلوبیت بیشتر طعم و بو در مغزی‌های مربایی فراسودمند منجر به افزایش پذیرش کلی آن‌ها شده است. هرچند رنگ نمونه شاهد نسبت به مغزی‌های فراسودمند امتیاز و مطلوبیت بیشتری کسب کرده است. با

پذیرش کلی و سایر شاخص‌های ارزیابی حسی آبنبات نداشته‌است [۱۸]. افیونی زاده و گلی (۲۰۲۲) از استویوزید-ایزومالت، کنسانتره پروتئینی آب پنیر به همراه باکتری باسیلوس کواگولانس در فرمولاسیون مسقطی استفاده نمودند. نتایج نشان داد ترکیبات مذکور تاثیری بر طعم نداشتند اما سایر ویژگی‌های ارگانولپتیکی نمونه‌های مسقطی پروبیوتیک تولید شده به‌طور معنی‌داری تغییر کرد [۲۸].

توجه به نتایج تجزیه و تحلیل آماری بین نمونه‌ها، تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها از نظر رنگ، طعم و بو، بافت و پذیرش کلی در طول نگهداری وجود نداشت که این موضوع نشان‌دهنده ثبات ویژگی‌های مغزی‌های مربایی فرموله شده طی مدت زمان نگهداری است. در تحقیقی، بر اساس گزارش کاهرامان و همکاران (۲۰۲۳)، افزودن باکتری‌های پروبیوتیک سویه‌های مختلف باسیلوس اثر معنی‌داری ($p>0.05$) بر

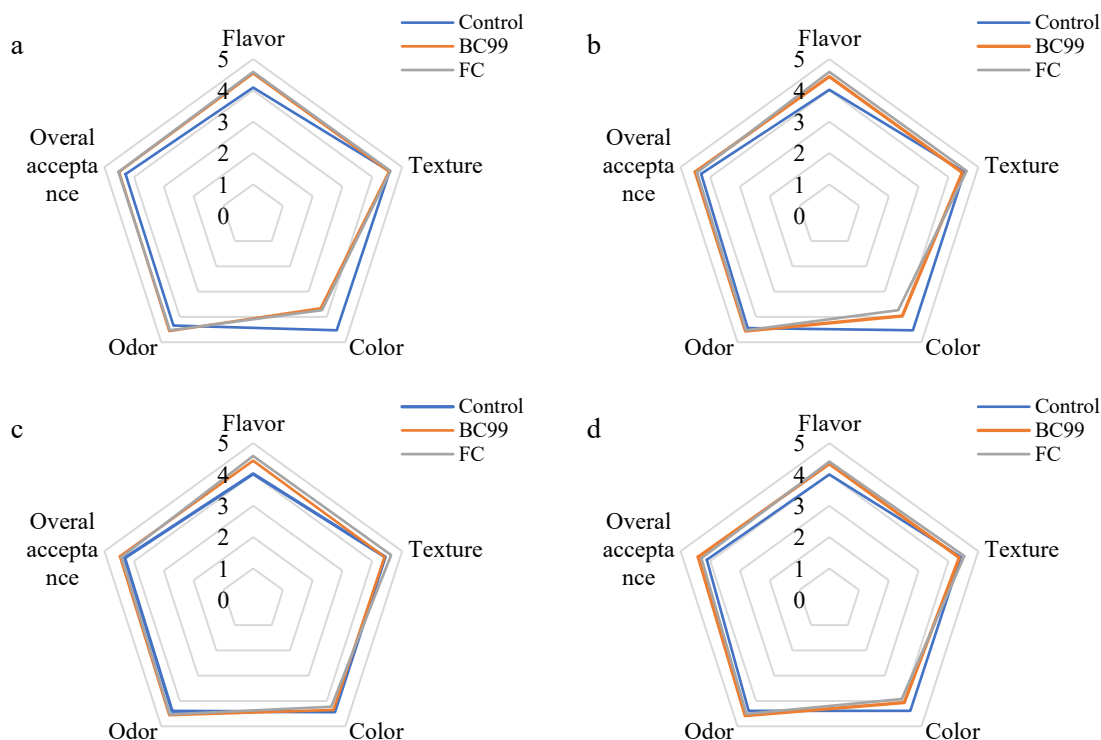


Fig. 3. Sensory properties of flour pastry samples during 12-month storage. a) day 0, b) month 3, c) month 6, and d) month 12.

باسیلوس مفید باشد. بنابراین توجه به اینکه از نظر ارزیابی حسی پذیرش کلی در مغزی‌های حاوی شیره انگور و باسیلوس کواگولانس بالاتر از مغزی‌های معمولی است، استفاده از شیره انگور (۲۰/۷۸۵ درصد)، HFCS (۱۱/۴۲۱ درصد) و شربت سوربیتول (۵/۹۹ درصد) برای تهیه مغزی مربایی به عنوان یک محصول فراسودمند پیشنهاد می‌شود.

تضاد منافع

هیچ موردی برای اعلام وجود ندارد.

بیانیه مالی

۴-نتیجه گیری

در این پژوهش مغزی مربایی فراسودمند حاوی دو سویه باکتری پروبیوتیک باسیلوس کواگولانس تولید شد. از مقادیر مختلف تفاله انگور (۲/۵، ۵/۰، ۷/۵ و ۱۰ گرم) به عنوان جایگزین پکتین و شیره انگور به عنوان شیرین‌کننده طبیعی استفاده شد. سپس این مغزی در تولید شیرینی آردی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد درصد بقای هر دو سویه موجود در مغزی‌های مربایی در شرایط برون‌تنی دستگاه گوارش بالاتر از ۹۰ درصد است و تایید کننده این مطلب است که مغزی مربایی می‌تواند برای حمل و انتقال گونه‌های

مشارکت داشته اند.

بیانیه هوش مصنوعی

در تهیه و نگارش این مطالعه از هوش مصنوعی استفاده نشده است.

۵-منابع

- [1] Teslić, N., Kojić, J., Đermanović, B., Šarić, L., Maravić, N., Pestorić, M., & Šarić, B. (2023). Sour Cherry Pomace Valorization as a Bakery Fruit Filling: Chemical Composition, Bioactivity, Quality and Sensory Properties. *Antioxidants*, 12, (6), 1234.
- [2] Alam, M., Pant, K., Brar, D. S., Dar, B. N., & Nanda, V. (2024). Exploring the versatility of diverse hydrocolloids to transform techno-functional, rheological, and nutritional attributes of food fillings. *Food Hydrocolloids*, 146, 109275.
- [3] Ilyas, T., Chowdhary, P., Chaurasia, D., Gnansounou, E., Pandey, A., & Chaturvedi, P. (2021). Sustainable green processing of grape pomace for the production of value-added products: An overview. *Environmental Technology & Innovation*, 23, 101592.
- [4] Caponio, G. R., Minervini, F., Tamma, G., Gambacorta, G., & De Angelis, M. (2023). Promising application of grape pomace and its agri-food valorization: source of bioactive molecules with beneficial effects. *Sustainability*, 15(11), 9075.
- [5] Singh, P., Ban, Y., Kashyap, L., Siraree, A., & Singh, J. (2020). Sugar and sugar substitutes: recent developments and future prospects. *sugar derivatives: changing consumer preferences*, 39-75.
- [6] Balthazar, C. F., Guimarães, J. F., Coutinho, N. M., Pimentel, T. C., Ranadheera, C. S., Santillo, A., Sant'Ana, A. S. (2022). The future of functional food: Emerging technologies application on prebiotics, probiotics and postbiotics. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(3), 2560-2586.
- [7] Zhou, D.-D., Li, J., Xiong, R.-G., Saimaiti, A., Huang, S.-Y., Wu, S.-X., Gan, R.-Y. (2022). Bioactive compounds, health benefits and food applications of grape. *Foods*, 11(18), 2755.
- [8] Anghel L, Milea AŞ, Constantin OE, Barbu V, Chişescu C, Enachi E, et al. Dried grape pomace with lactic acid bacteria as a potential source for probiotic and antidiabetic value-added powders. *Food Chemistry: X*. 2023;19:100777.
- [9] Sinrod AJ, Shah IM, Surek E, Barile D. Uncovering the promising role of grape pomace as a modulator of the gut microbiome: An in-depth review. *Heliyon*. 2023.

این پژوهش هیچ گونه حمایت مالی خاصی از نهادهای دولتی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان در طراحی، نگارش و تأیید نسخه نهایی

- [10] Cao J, Yu Z, Liu W, Zhao J, Zhang H, Zhai Q, et al. Probiotic characteristics of *Bacillus coagulans* and associated implications for human health and diseases. *Journal of Functional Foods*. 2020;64:103643.
- [11] Nikkam, I. T., Deshpande, H., Machewad, G., & Suryawanshi, H. (2023). Impact of fructooligosaccharide supplementation on generation time and viable count of *Bacillus coagulans* IS2 in green tea and black tea infusion. *The pharma journal*. 18(6), 1-9.
- [12] Polo, A., Cappello, C., Carafa, I., Da Ros, A., Baccilieri, F., Di Cagno, R., & Gobbetti, M. (2022). A novel functional herbal tea containing probiotic *Bacillus coagulans* GanedenBC30: An in vitro study using the Simulator of the Human Intestinal Microbial Ecosystem (SHIME). *Journal of Functional Foods*, 88, 104873.
- [13] Muñoz Pabon, K. S., Hoyos Concha, J. L., & Solanilla Duque, J. F. (2022). Quinoa extruded snacks with probiotics: Physicochemical and sensory properties. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 935425.
- [14] Konuray, G., & Erginkaya, Z. (2020). Quality evaluation of probiotic pasta produced with *Bacillus coagulans* GBI-30. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 6 (6), 102489.
- [15] Sekhavatizadeh, S. S., Aminlari, M., Gheisari, H. R., Shekarforoush, S. S., & Golmakani, M. T. (2019). Physicochemical and microbiological properties of probiotic kashk containing *Bacillus coagulans*. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 14, 377-387.
- [16] Carcelli, A., Albertini, A., Vittadini, E., & Carini, E. (2022). A fibre syrup for the sugar reduction in fruit filling for bakery application. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 28, 100545.
- [17] Saberi, F., Karami, M., Shiri, A., Rasouli, M., Karimi, R., & Kieliszek, M. (2024). Using grape pomace powder as a pectin replacer to prepare low water activity bake-stable fruit filling. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 18, 4314-4322.
- [18] Kahraman, B., Korkmaz, K., Daştan, D., Toker, O. S., Dertli, E., & Arici, M. (2023). Production and characterization of probiotic jelly candy containing *Bacillus* species. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17(6), 5864-

- 5873.
- [19]Buriti, F. C. A., Castro, I. A., & Saad, S. M. I. (2010). Viability of *Lactobacillus acidophilus* in synbiotic guava mousses and its survival under in vitro simulated gastrointestinal conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 137(2), 121-129.
- [20]Fijan, S., Fijan, T., & Connil, N. (2023). Overview of probiotic strains of *Weizmannia coagulans*, previously known as *Bacillus coagulans*, as food supplements and their use in human health. *Applied Microbiology*, 3(3), 935-947.
- [21]Dolati, M., Tafvizi, F., Salehipour, M., Komeili Movahed, T., & Jafari, P. (2023). Biogenic copper oxide nanoparticles from *Bacillus coagulans* induced reactive oxygen species generation and apoptotic and anti-metastatic activities in breast cancer cells. *Scientific Reports*, 13(1), 3256.
- [22]da Costa Cardoso PIF, Grisi CVB, de Andrade Vieira É, de Almeida DKL, Cardarelli HR. Cereal flours with *Bacillus coagulans* and beta-glucan: Technological properties and sensory acceptability. *Food Chemistry*. 2024;448:139146.
- [23] Gbassi, G. K., Vandamme, T., Yolou, F. S., & Marchioni, E. (2011). In vitro effects of pH, bile salts and enzymes on the release and viability of encapsulated *Lactobacillus plantarum* strains in a gastrointestinal tract model. *International Dairy Journal*, 21(2), 97-102.
- [24]Razavi, R., Kenari, R. E., Farmani, J., & Jahanshahi, M. (2020). Fabrication of zein/alginate delivery system for nanofood model based on pumpkin. *International Journal of Biological Macromolecules*, 165, 3123-3134.
- [25]Schillinger, U., Guigas, C., & Heinrich Holzapfel, W. (2005). In vitro adherence and other properties of lactobacilli used in probiotic yoghurt-like products. *International Dairy Journal*, 15(12), 1289-1297.
- [26]Soares, M. B., Martinez, R. C. R., Pereira, E. P. R., Balthazar, C. F., Cruz, A. G., Ranadheera, C. S., & Sant'Ana, A. S. (2019). The resistance of *Bacillus*, *Bifidobacterium*, and *Lactobacillus* strains with claimed probiotic properties in different food matrices exposed to simulated gastrointestinal tract conditions. *Food Research International*, 125, 108542.
- [27]Rößle, C., Auty, M. A. E., Brunton, N., Gormley, R. T., & Butler, F. (2010). Evaluation of fresh-cut apple slices enriched with probiotic bacteria. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(1), 203-209.
- [28] Afyounizadeh Esfahani, D. and M. Goli. (2022). The effect of Stevioside-Isomalt, whey protein concentrate, and *Bacillus coagulans* on the physicochemical and sensory properties of Iranian probiotic Masghati sweet. *Journal of Food Processing and Preservation*. 46(10): p. e16028.



Scientific Research

Investigating the effect of using grape pomace powder to produce functional fruit filling containing *Bacillus coagulans* on the physicochemical and sensory characteristics of flour pastry

Farzad Saberi¹, Mostafa Karami^{*2}, Azam Shiri^{*1}, Mousa Rasouli³, Rouhollah Karimi⁴

1-Grape Processing and Preservation Department, Research Institute for Grapes and Raisin, Malayer University, Malayer, Iran.

2-Faculty of Food Science and Technology, Department of Food Science and Technology, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

3- Faculty of Agriculture and Natural Resources, Department of Horticultural Sciences Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

4-Grapevine Production and Genetic Improvement Department, Research Institute for Grapes and Raisin, Malayer University, Malayer, Iran

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received: 2024/09/07

Review: 2024/12/05

Accepted: 2024/12/21

Keywords:

Grape pomace,

Probiotic,

Functional,

Filling grape syrup.

DOI: 0.48311/fsct.2026.83794.0

*Corresponding Author E-

amshiri@gmail.com

mkarami@basu.ac.ir

Given the increasing demand for functional food products and the importance of enhancing sensory and health-related properties of pastries, in this research, the production of functional fruit filling was investigated using grape pomace as a substitute for pectin and grape syrup as a natural sweetener that contained *Bacillus Coagulans* probiotic bacteria. Different amounts of grape pomace (2.5, 0.5, 7.5, and 10 g) were replaced by pectin. The grape syrup was used as a natural sweetener and 2 strains of *B. Coagulans* probiotic bacteria were used to functional the filling. The filling produced in the pastry formulation was used and then subjected to simulated gastrointestinal conditions (stomach and small intestine). The survival percentage of both strains present in the fruit filling in the in vitro conditions of the digestive system was higher than 90 %, which showed that filling can be an important food not only for carrying *Bacillus* species throughout their useful life but also for potentially guaranteeing their survival in the conditions of the digestive system. The results of the sensory evaluation showed that the overall acceptance of fillings containing grape syrup and *B. Coagulans* (4.53) was higher than normal filling (4.29). The results of this research showed that it is possible to produce probiotic filling with natural sugar by using grape pomace, grape syrup, and *B. Coagulans* probiotic bacteria, which leads to the value of the by-products of the food industry.