



مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی-پژوهشی

بهینه سازی تاثیر استفاده از شیر انگور در مقایسه با شربت فروکتوز و سوربیتول در مغزی مربایی و

مقایسه خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن

فرزاد صابری^۱، مصطفی کرمی^{۲*}، اعظم شیری^۱، موسی رسولی^۳، 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.

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

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

چکیده

اطلاعات مقاله

شیره انگور محصول اصلی صنایع فرآوری انگور است که در این تحقیق به عنوان جایگزین طبیعی با عملکرد آنتی اکسیدانی مورد ارزیابی قرار گرفته است. در این پژوهش به بررسی عملکرد شیره انگور در جلوگیری از ایجاد سختی بیشتر در مغزی‌های مربایی و از دست دادن خاصیت مالش‌پذیری؛ در ناشی از کریستالیزاسیون قندها؛ در مقایسه با شربت‌های فروکتوز و سوربیتول پرداخته شد. در این راستا، فرمولاسیون بهینه مغزی مربایی با استفاده از طرح سیمپلکس شبکه‌ای و درصدهای مختلف شیره انگور، شربت فروکتوز و شربت سوربیتول (در سطوح صفر، ۶/۳۷، ۱۲/۷۳، ۱۹/۱، ۲۵/۴۷ و ۳۸/۲ درصد) بر اساس سنجش بافت انجام شد. آزمون نفوذ با استفاده از دستگاه بافت‌سنج انجام پذیرفت و تیمار بهینه در روزهای صفر و ۳۰ روز پس از تولید با آزمون‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج بررسی نشان داد در روز صفر نشان داد که شیره انگور بطور معنی داری ($p < 0.05$) باعث نرمی بافت مغزی می‌شود و ۳۰ روز پس از تولید، تیمار بهینه عملکرد مناسبی از خود نشان داد، به‌طوری که دارای رطوبت ۱۳/۴۲٪، فعالیت آبی ۳۸/۰ و بریکس ۸۰/۳۱ بود. نتایج این تحقیق استفاده از ۳۸/۲٪ شیره انگور را به سبب دارا بودن ترکیبات فنولی (۶۲/۷۵ میلی گرم اسید گالیک بر گرم) و خاصیت آنتی اکسیدانی مهار رادیکال آزاد (۲۲/۵۴٪) جهت تولید مغزی مربایی مناسب ارزیابی می‌نماید.

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۸

تاریخ داوری: ۱۴۰۴/۰۳/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۲۰

کلمات کلیدی:

شیره انگور،

شربت فروکتوز،

شربت سوربیتول،

آزمون نفوذ،

مغزی مربایی.

DOI: 10.48311/fsct.2026.83968.0

* مسئول مکاتبات:

mkarami@basu.ac.ir

۱-مقدمه

انگور (*Vitis vinifera* L.) یکی از محصولات مهم باغی در دنیا محسوب می شود که اهمیت زیادی در اقتصاد کشاورزی دارد [۱] و به دلیل اثرات مفید آن بر سلامت انسان در سراسر جهان به طور گسترده ای کشت و مصرف می شود [۴]. از جمله فرآورده های حاصل از انگور می توان به کشمش، شیره انگور، روغن هسته انگور، عصاره هسته انگور، سرکه، آبغوره و غوره اشاره کرد. در کشور ترکیه حدود ۳۰٪ انگور در تولید شیره مورد استفاده قرار می گیرد [۱]. در ایران نیز بر اساس گزارش های وزارت جهاد کشاورزی، حدود ۲۵٪ از انگور تولیدی در فرآوری سنتی برای تهیه شیره مصرف می شود که این امر نشان دهنده ظرفیت بالقوه در صنعت غذا و فرآورده های سنتی است [۱]. شیره انگور یک محصول سنتی محسوب می شود که به طور گسترده ای از میوه های حاوی مقدار زیاد قند مانند انگور، خرما، توت، انجیر، آلو، زردآلو و چغندر قند تولید می شود [۲، ۳]. این محصول فرآوری شده از انگور دارای ویژگی هایی چون رنگ تیره، شیرینی بالا و بافت چسبناک است که به صورت سنتی از طریق جوشاندن و تغلیظ تولید می شود. شیره انگور با توجه به بریکسی در حدود ۶۹ می تواند برای کاربردهای مختلفی مورد استفاده قرار گیرد [۴]. برای مثال، شیره انگور می تواند به عنوان جایگزین شکر در تولید محصولاتمانند نان، شیرینی و دیگر فرآورده های نانوایی استفاده شود. همچنین به عنوان طعم دهنده و یا برای افزایش ارزش تغذیه ای (به عنوان منابع جایگزین آهن برای افراد مبتلا به کم خونی) استفاده می شود [۴، ۵]. با توجه به ارزش تغذیه ای و کاربردهای سنتی شیره انگور، بررسی امکان استفاده از آن در فرمولاسیون محصولات غذایی نوین از اهمیت ویژه ای برخوردار است. همچنین به دلیل داشتن انواع مختلف قندها می تواند به عنوان عامل ضد کریستال کنندگی مورد استفاده قرار گیرد. محصولات نانوایی و شیرینی ها که حاوی مواد پرکننده میوه های طبیعی هستند، نوعی غذای محبوب در سراسر جهان محسوب می شوند و در میان مصرف کنندگان در تمام سنین پذیرش خوبی دارند.

مواد پرکننده میوه معمولاً از شکر، مرطوب کننده ها، تثبیت کننده ها و چربی ها تشکیل شده اند. بسته به کاربرد نهایی پرکننده میوه، نسبت مواد تشکیل دهنده و نوع آن ها می تواند به طور قابل توجهی متفاوت باشد. تثبیت کننده ها و مرطوب کننده ها دو ماده اساسی هستند که ساختار و فعالیت آبی پرکننده ها را تعیین می کنند [۶]. مطالعات پیشین به بررسی تاثیر پکتین با درجه استریفیکاسیون بالا و نشاسته های اصلاح شده تاپیوکا، سیب زمینی و ذرت مومی بر مغزی های میوه ای پرداخته اند. نتایج آن ها نشان داد پکتین قابلیت بالاتری نسبت به همه انواع نشاسته در جلوگیری از سینرزیس ژل ایجاد شده دارد [۷]. گودلو و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند استفاده از مخلوط نشاسته تاپیوکا و پکتین با متوکسیل پایین باعث مقاومت به دما و نیز یخ زدگی در مغزی میوه ای می گردد [۸]. در سال ۲۰۲۲، کورت و همکاران ویژگی های آب نبات های تولید شده با استفاده از شیره های انگور، شاه توت و خرنوب را مورد بررسی قرار دادند که با توجه به آزمون های فیزیکی و حسی انجام پذیرفته مشخص گردید که بهترین ویژگی های بافتی و حسی با استفاده از شیره انگور بدست آمد. پارامترهای بافتی تحت تاثیر مقدار و کیفیت برخی از مواد تشکیل دهنده موجود در سیستم پرکننده میوه هستند. سختی به طور مستقیم به درصد هیدروکلوئیدها و مواد جامد محلول وابسته است، در حالی که انسجام و جویدنی بودن بیشتر به وزن مولکولی کربوهیدرات های پیچیده مربوط می شود. در همین راستا، استفاده از شیره انگور به عنوان یک شیرین کننده طبیعی در پرکننده های میوه ای می تواند جایگزینی سالم تر برای شربت های رایج باشد و نقش مهمی در ارتقاء کیفیت تغذیه ای ایفا کند. لذا با توجه به اهمیت پرکننده های میوه ای بر خصوصیات محصول نهایی هدف از این تحقیق، بهینه سازی میزان مصرف شیره انگور و مقایسه آن با شربت های فروکتوز و سوربیتول در مغزی مربایی از منظر خواص فیزیکوشیمیایی و ترمودینامیکی می باشد.

۲-مواد و روش ها

۲-۱-مواد

در ابتدا پکتین (۱ گرم) در تمامی مقدار شکر (۱۹/۴۱) مخلوط شد و به درون ترمومیکسر که پیشتر شربت فروکتوز در آن تا دمای ۶۰ درجه سانتیگراد حرارت داده شده بود، ریخته شد و با سرعت ۳۰۰ دور در دقیقه مخلوط گردید. دمای نهایی ترمومیکسر بر روی ۹۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد. پس از مخلوط شدن کامل پکتین، سایر ترکیبات پودری شامل اسید سیتریک (۰/۳۵ گرم)، فیبر پرتقال (۰/۰۴ گرم) و پوره انجیر (۲۲ گرم) افزوده شد و تا هموژن شدن کامل مخلوط گردید. پس از این مرحله گلیسرین (۱۵ گرم) به همراه سایر ترکیبات مایع افزوده شد و با سرعت ۲۰۰ دور در دقیقه هموژن گردید. سپس روغن پالم (۴ گرم) اضافه شد و پس از یک دقیقه مخلوط نمودن، مغزی تخلیه گردید [۹].

فرمولاسیون بهینه مغزی مربایی با استفاده از طرح سیمپلکس شبکه‌ای^۱ و درصدهای مختلف شیره انگور، شربت فروکتوز و شربت سوربیتول (در سطوح صفر، ۶/۳۷، ۱۲/۷۳، ۱۹/۱، ۲۵/۴۷ و ۳۸/۲ درصد) و بر اساس پاسخ مطلوب‌ترین بافت انتخاب شد. جدول ۱ تیمارهای مختلف این مرحله را نشان می‌دهد. طرح آزمایش شامل ۱۴ تیمار با سه تکرار برای هر تیمار بود که بر اساس طرح سیمپلکس شبکه‌ای اجرا شد و بر اساس پیش آزمون‌های اولیه در آزمایشگاه به دست آمد.

Table 1. Produced jam fillings with different ratios of grape syrup, fructose, and sorbitol syrup (%)

Sorbitol syrup	Fructose syrup	Grape syrup	Code of samples
38.2	0	0	A ₁
0	0	38.2	A ₂
0	38.2	0	A ₃
19.1	0	19.1	A ₄
19.1	19.1	0	A ₅
0	19.1	19.1	A ₆
25.47	6.37	6.37	A ₇
6.37	6.37	25.47	A ₈
6.37	25.47	6.37	A ₉
12.73	12.73	12.73	A ₁₀
38.2	0	0	A ₁₁
0	0	38.2	A ₁₂
0	38.2	0	A ₁₃
19.1	0	19.1	A ₁₄

پکتین با متوکسیل بالا (۶۵/۲=درجه متوکسیلاسیون) از شرکت دگوسا فرانسه، فروکتوز ۵۵٪ با بریکس ۷۷ از شرکت زرنام (هشتگرد، البرز، ایران) خریداری گردید. سایر مواد اولیه شامل شکر (دعبل خزایی، خوزستان، ایران)، شربت سوربیتول ۷۰٪ (گوجرات آمبوجا، هند)، گلیسرین (تیمور، سلانگور، مالزی)، پوره انجیر (دهلری، ارومیه، ایران)، روغن پالم (بهشهر، تهران، ایران)، فیبر پرتقال (کارگیل، آمریکا)، اسید سیتریک (سیسارون شیمی، خراسان، ایران)، انگور (رقم بیدانه سفید، ملایر، ایران) و خاک سفید تایید شده بهداشتی (ملایر، ایران) از تأمین‌کننده‌هایشان تهیه گردیدند.

۲-۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۲-۱- فرآیند تولید تفاله انگور

انگور سفید بی‌دانه (*Vitis vinifera* L.) به طور مستقیم در تابستان ۱۳۹۹ از شهر ملایر واقع در استان همدان (ایران) جمع‌آوری شد. انگورها شسته و با استفاده از یک دستگاه پرس صنعتی، تفاله و پالپ جدا شد تا عصاره انگور استخراج شود. سپس، تفاله آبدار به مدت ۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد در آون (Sweden, Sveba Dahlen, Fristad, D-) قرار داده شد. در نهایت، ذرات تفاله انگور با استفاده از یک دستگاه آسیاب (Iran, Hard stone, GCS2700) خرد شدند به طوری که ۸۰٪ ذرات از مش ۲۰۰ عبور کردند.

۲-۲-۲-۲- فرآیند تولید شیره انگور

آب انگور حاصل شده با 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 گردد. در مرحله بعد با استفاده از پارچه چندلایه، خاک از آب انگور تفکیک گردید. در نهایت آب انگور صاف شده تا بدست آمدن شیره انگور با بریکس ۷۰ حرارت داده شد.

۲-۲-۳- فرآیند تولید مغزی

۲-۲-۴-سنجش بافت

میزان بریکس با استفاده از دستگاه رفرکتومتر (PTRP100، METTLER TOLEDOT، Switzerland) انجام شد.

۲-۲-۷-ترکیبات فنلی

برای تعیین مقدار ترکیبات فنلی کل^۲ (TPC) از روش فولین-سیکالتیو^۳ استفاده شد. میکروتیوب‌های حاوی ۴۰ میکرولیتر نمونه، ۹۶۰ میکرولیتر آب مقطر، ۱۰۰ میکرولیتر معرف فولین-سیکالتیو ۵۰٪ و ۳۰۰ میکرولیتر محلول دی سدیم کربنات ۱۰٪ ترکیب شده و به مدت دو ساعت در مکان تاریک قرار داده شدند. سپس جذب در ۷۶۵ نانومتر تعیین شد. غلظت هر عصاره با استفاده از منحنی استاندارد اسید گالیک^۴ (GA) در محدوده صفر تا ۵۰۰ پی‌پی‌ام محاسبه و نتایج به صورت میلی‌گرم اسید گالیک در هر گرم نمونه (mg GAE/g) نشان داده شد [۱۲].

۲-۲-۸-ویژگی‌های آنتی اکسیدانی

محلول ۲ و ۲-دی فنیل، ۱-پیکریل هیدرازیل ۵ (DPPH) (۶۰ میکرومول) در متانول تهیه شد. سه میلی‌لیتر محلول DPPH با ۱۰۰ میکرولیتر محلول نمونه مخلوط شد. محلول‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در حمام آب در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. جذب محلول‌ها در طول موج ۵۱۵ نانومتر ثبت و میزان مهار رادیکال DPPH با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد [۱۳].

مهار DPPH

$$\text{رابطه } (\%) = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \times 100 \quad (2)$$

۲-۲-۸-ویژگی‌های حرارتی

آنالیزهای حرارتی مغزی مربایی با استفاده از یک کالریمتر اسکن تفاضلی (USA, Wellesley, PerkinElmer, Pyris 6) انجام شد. برای هر اندازه گیری، ۵۰-۴۵ میلی‌گرم از نمونه

به‌منظور یافتن پاسخ بهینه، آزمون بافت‌سنجی نفوذ با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (TA.XT Plus, Stable micro systems) (UK) مجهز به پروب با قطر ۰/۲۵ بر روی تیمارهای معرفی شده انجام گرفت. شرایط آزمون شامل سرعت پیش آزمون، سرعت پس آزمون، فاصله (فاصله زمانی بین دو سیکل تراکم نمونه) به ترتیب پنج، پنج و سه میلی‌متر بر ثانیه بود. آزمون نفوذ در روزهای صفر و ۳۰ پس از تولید مورد آزمون قرار گرفت [۱۰]. پس از تعیین مقادیر بهینه شیر انگور، شربت فروکتوز و شربت سوربیتول در مغزی مربایی مقایسه آن با تیمار شاهد که فقط حاوی شربت فروکتوز بود صورت گرفت.

۲-۲-۵-رطوبت و فعالیت آبی

میزان رطوبت و فعالیت آبی نمونه‌های مغزی مربایی قبل و بعد از پخت اندازه‌گیری شد. به این منظور ۳ گرم نمونه در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد در آون فن‌دار به مدت ۶۰ دقیقه قرار داده شد. سپس نمونه‌ها به دسیکاتور منتقل و تا رسیدن به دمای محیط خنک شدند. در نهایت نمونه‌ها توزین شدند. میزان رطوبت با مقایسه وزن نمونه قبل و بعد از حرارت دادن با رابطه ۱ محاسبه شد [۱۱]:

$$\text{رابطه (۱)} = \frac{\text{وزن نهایی} - \text{وزن اولیه}}{\text{وزن اولیه}} \times \text{میزان رطوبت (درصد)} = 100$$

به‌منظور اندازه‌گیری فعالیت آبی از دستگاه اتوماتیک اندازه‌گیری فعالیت آبی (Switzerland، Novasina، Labmaster) استفاده شد.

۲-۲-۶-بریکس

4- Gallic acid

2- Total phenolic content

5- 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

3- Folin-Ciocalteu

در یک صفحه آلومینیومی مهر و موم شد. قبل از شروع اسکن، منفذی در هر پلیت حاوی نمونه ایجاد شد تا امکان تبخیر آب فراهم شود. یک صفحه خالی به عنوان مرجع عمل کرد. نمونه‌ها از دمای ۷۰- تا ۴۰۰ درجه سانتیگراد با سرعت ۱۰ درجه سانتیگراد در دقیقه حرارت داده شدند تا تمام دگرگونی‌های حرارتی که در مغزی مربایی در طیف وسیعی از دماها رخ می‌دهد، تجزیه و تحلیل کنند.

۲-۲-۹-آزمون پایداری دمایی

آزمون پایداری دمایی مغزی‌های میوه‌ای به صورت آزمون عملی^۶ و آزمون حلقه^۷ انجام شد. در آزمون عملی، حالت فیزیکی مغزی‌ها پس از پخت به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد بررسی شد. در صورتی که مغزی از لبه محصول به بیرون ریخته باشد، نتیجه گرفته شد که مغزی به حرارت مقاوم نیست و در غیراین صورت از نوع مقاوم به حرارت است. در نوع تست حلقه نیز مقداری از مغزی به شکل یک دایره کوچک در مرکز یک دایره بزرگتر قرار داده شد و فاصله محیط دایره کوچک از محیط دایره بزرگتر اندازه‌گیری شد و به مدت ۱۰ دقیقه در معرض دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد. سپس دوباره همین فاصله اندازه‌گیری شد. اگر تغییری نیافته بود نشان‌گر مقاوم به حرارت بودن مغزی است. به این روش اصلاً اندیس پخت^۸ نیز گفته می‌شود و براساس رابطه ۳ محاسبه می‌شود [۹].

$$\text{رابطه (۳)} = \text{اندیس پخت بر حسب درصد} = 100 - \frac{D2-D1}{D2} \times 100$$

در این رابطه:

D1 بیانگر میانگین قطر نمونه پیش از پخت بر حسب میلی‌متر

D2 بیانگر میانگین قطر نمونه پس از پخت بر حسب میلی‌متر

۲-۳-تجزیه و تحلیل آماری

برای بدست آوردن ارتباط میان شربت فروکتوز، شیر انگور و نیز شربت سوربیتول بعنوان عوامل جلوگیری کننده از کریستالیزاسیون نیز آزمونی با استفاده از نرم افزار دیزاین اکسپرت^۹ با استفاده از طرح Simplex lattice انجام شد. آزمون‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شدند. تحلیل و ارزیابی واریانس یک طرفه^{۱۰} (ANOVA) با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۰ در سطح احتمال ۹۵٪ انجام شد. برای بررسی معنی داری تفاوت میانگین‌ها، از آزمون دانکن استفاده گردید. به منظور کاهش خطا تمام اندازه‌گیری‌های این بخش‌ها در سه تکرار انجام شد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱-ویژگی‌های مغزی مربایی با شیر انگور

در این مرحله ابتدا با استفاده از آزمون نفوذ تیمار بهینه بر اساس بهترین بافت (نرمی) انتخاب شد. با بررسی نتایج به دست آمده از آزمون ارزیابی میزان مقاومت در برابر نفوذ مغزی‌های مربایی در روز صفر (شکل ۱) مشخص شد که مغزی‌های تولید شده با شربت سوربیتول در روز نخست تولید، نرم‌ترین نمونه بود و پس از آن به ترتیب تیمارهای تهیه شده با شیر انگور و شربت فروکتوز قرار دارند. هرچند که از لحاظ آماری، اختلاف میان تیمار تهیه شده با شربت سوربیتول و شیر انگور معنی‌دار نبود ($p > 0.05$)، اما اختلاف این دو با تیمار حاوی شربت فروکتوز معنی‌دار بود ($p < 0.05$). علت آن را شاید بتوان به اختلاف میزان آب موجود در این شربت‌ها و در نتیجه سیالیت بالاتر مغزی‌های

8 -Bakery index

9 -Design Expert

10- Analysis of variance

6- Application test

7- Ring test

تهیه شده توسط آنها نسبت به مغزی تولید شده با شربت فروکتوز نسبت داد [۱۴].

نتایج به دست آمده از آزمون بر روی تیمارهای مغزی در روز ۳۰ بعد از تولید (شکل ۲ب)، بیانگر آن است که هرچند شربت فروکتوز از لحاظ کمی به میزان بسیار اندکی نسبت به شیره انگور از لحاظ خاصیت جلوگیری از کریستالیزاسیون و سفت شدن مغزی مربایی عملکرد بهتری داشته است اما اختلاف معنی داری ($p > 0.05$) با یکدیگر ندارند. در این میان استفاده از شربت سوربیتول به تنهایی، به طور معنی داری موجب سفت تر شدن مغزی مربایی پس از یک ماه از نگهداری شد که این موضوع می تواند به دلیل تنوع کمتر

قندهای موجود در شربت سوربیتول و در نتیجه ورود ناخالصی های کمتر به ماتریکس ماده غذایی باشد که منجر به نسبت بالاتر کریستالیزاسیون قندهای موجود در بافت مغزی مربایی و بافت سفت تر این مغزی شده است که این مورد در شکل مشخص است [۱۵]. اما همان طور که از این شکل نیز مشخص است، بهینه میزان نرمی در حالتی به دست می آید که مقدار ۶/۳۷ درصد از سوربیتول نیز در ترکیب با شربت فروکتوز یا شیره انگور یا ترکیبی از این دو استفاده شود که در واقع نواحی آبی پررنگ را تحت پوشش قرار می دهد. نتایج به دست آمده از سختی مغزی های مربایی منطبق بر مدل درجه دوم است و با میزان R^2 به دست آمده ۰/۹۷ مؤید صحت مدل و نتایج به دست آمده است.

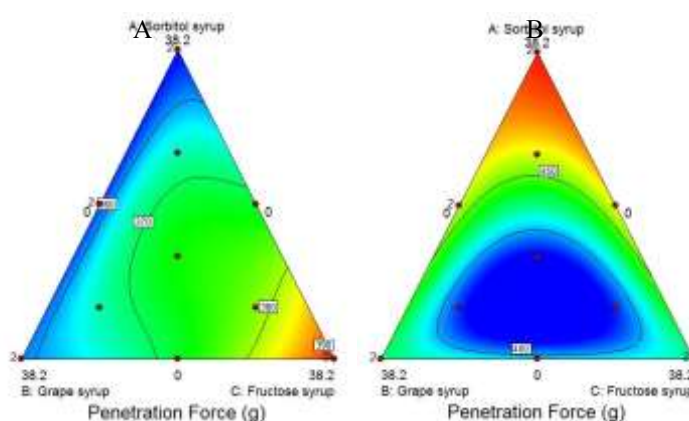


Fig. 1. Results of the penetration force test in the treatments at day 0 (A) and day 30 (B) after production

با توجه به نتایج به دست آمده، بهینه سازی نسبت استفاده از شیره انگور با در نظر گرفتن پارامترهای میزان استفاده از شربت سوربیتول و شربت فروکتوز به میزان در بازه مورد استفاده صفر تا ۳۸/۲ درصد، پیش بینی آماری به صورت شکل ۲ و مقادیر پیش بینی شده برای شربت سوربیتول، شیره انگور، شربت فروکتوز و نیروی نفوذی به ترتیب ۵/۹۹۴ درصد، ۲۰/۷۸۵ درصد، ۱۱/۴۲۱ درصد و ۳۶۲/۲۶۱ گرم بودند. با

تولید تیمار بهینه و نگهداری آن به مدت ۳۰ روز و سپس اندازه گیری مقدار پارامتر نیروی نفوذ، عدد ۳۷۴/۸۷ گرم به دست آمد که از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با نتیجه پیش بینی شده وجود نداشت ($p > 0.05$) و با در نظر گرفتن عدد برازش غیر معنی دار، بنابراین مدل و نتیجه به دست آمده صحه گذاری می گردد.

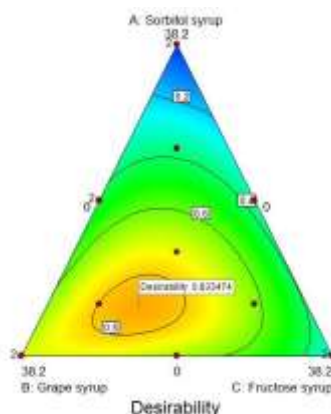


Fig. 2. The desirability region of softness using grape syrup, fructose syrup, and sorbitol syrup in fruit filling.

۳-۲-رطوبت، فعالیت آبی و بریکس

نتایج مربوط به میزان رطوبت، فعالیت آبی و بریکس نمونه-های مختلف مغزی مربایی در جدول ۲ نشان داده شده است. میزان رطوبت در مغزی مربایی بهینه که حاوی درصدهای مختلف شیره انگور، شربت سوربیتول و شربت فروکتوز بوده است کاهش غیر معنی داری داشته، که می تواند به دلیل

رطوبت پایین تر (۲۰/۶) موجود در شیره خرما در مقایسه با شربت فروکتوز (۲۲/۹) درصد رطوبت) باشد. رطوبت مغزی بهینه در روز صفر برابر با ۱۳/۴۸ (گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) بود که ۰/۰۶ درصد کاهش یافت. مقدار فعالیت آبی نمونه مغزی مربایی با گذشت زمان تغییر نکرد. در مغزی مربایی بهینه، بریکس از ۸۰/۳۴ به ۸۰/۳۱ کاهش پیدا کرده است که از نظر آماری معنی دار نیست.

Table 2. Moisture content, water activity, Brix, total phenolic compounds, and DPPH free radical scavenging activity of the produced fruit filling

Day	Moisture content (%)	Water activity	°Brix	TPC (mg GAE/g)	DPPH (%)
0	13.48±0.83 ^a	0.38±0.01 ^a	80.34±1.09 ^a	107.23±1.45 ^a	39.45±1.03 ^a
30	13.42±0.49 ^a	0.38±0.02 ^a	80.31±1.01 ^a	62.75±1.97 ^b	22.54±0.22 ^b

Different letters indicate statistically significant difference between days of storage at $p < 0.05$.

۳-۳-ترکیبات پلی فنلی و ویژگی آنتی اکسیدانی

ترکیبات فنلی موجود در مواد غذایی می توانند دفاع سلولی بدن را تقویت کرده و در برابر آسیب اکسیداتیو محافظت کنند [۱۶]. ترکیبات فنلی که دارای خاصیت آنتی اکسیدانی نیز هستند، برای افزایش ماندگاری مواد غذایی نیز اهمیت دارند [۱۷]. بررسی ویژگی آنتی اکسیدانی با روش های مختلفی انجام شده است، زیرا خاصیت آنتی اکسیدانی از مسیرهای متعددی بروز می کند [۱۷، ۱۸].

میزان ترکیبات فنلی و همچنین خاصیت آنتی اکسیدانی مغزی مربایی بهینه در جدول ۲ نشان داده شده است. در روز صفر و پس از ۳۰ روز نگهداری اختلاف معنی دار آماری ($p > 0.05$) در میزان ترکیبات فنلی و خاصیت آنتی اکسیدانی مشاهده نشد. همان طور که در جدول ۲ قابل مشاهده است، میزان ترکیبات فنلی پس از افزودن شیره انگور به مغزی مربایی در تیمار بهینه به ۱۰۷/۲۳ (mg GAE/g) رسیده است. همچنین در مورد خاصیت آنتی اکسیدانی، میزان مهار DPPH در تیمار بهینه که حاوی مقادیر بالایی از شیره انگور است به ۳۹/۴۵ درصد رسیده است. افزایش میزان ترکیبات فنلی و

دارد [۲۳]. با در نظر گرفتن عدم تأثیر یون‌های کلسیم و تأثیر جزئی pH بر ویژگی‌های حرارتی محصول نهایی که در مطالعات قبلی گزارش شده است [۹]، می‌توان گفت که رفتار حرارتی مغزی‌های مربایی عمدتاً تحت تأثیر میزان و ترکیب مواد جامد محلول آن‌ها است. همان‌طور که قابل مشاهده است، در مغزی مربایی بهینه به دلیل بریکس بالای ۷۰، فاقد پیک ذوب یخ است و پیک کاراملی شدن به خوبی بیان شده و مقادیر بالای دمای تخریب حرارتی نیز قابل مشاهده است که نشان می‌دهد مغزی را می‌توان در گروه مغزی‌های مقاوم به حرارت قرار داد که با نتایج کروپوتوا و همکاران نیز مطابقت دارد [۹]. دلیل اینکه این نمونه‌های مغزی مربایی، با میزان مواد جامد محلول بالا (۷۰ درجه بریکس) فاقد پیک ذوب یخ در نمودارهای DSC بودند، این است که احتمالاً تمام آب موجود در آن‌ها برای انجماد توسط کربوهیدرات‌ها محدود شده است [۲۴]. هیدروکلوئیدها و مقادیر بالای قندها به شدت مولکول‌های آب را از فاز مایع محصول به هم متصل می‌کنند و باعث می‌شود که آنها به صورت دینامیکی تحرک کمتری داشته باشند و امکان خوشه شدن با هم برای تشکیل کریستال‌های یخ وجود نداشته باشد [۲۵]. آب محدود شده توسط پلی ساکاریدها در مغزی‌های با میزان مواد جامد محلول بالا از نظر ترمودینامیکی "غیر منجمد" می‌شود، همان‌طور که از ترموگرام مشاهده می‌شود که در آن هیچ پیکی تشخیص داده نشده است.

DPPH در تیمار بهینه به دلیل وجود ترکیبات فنلی مختلف در شیر انگور است [۱۹]. بررسی‌ها نشان داده است که پلی فنل‌های انگور عمدتاً از فلاونوئیدها (آنتوسیانین‌ها و فلاونول‌ها)، اسیدهای فنولیک (اسید گالیک، اسید سیرینجیک) و استیلبن‌ها (ترانس رزوراترول، ϵ -وینیفرین) هستند [۲۰]. بالا بودن ترکیبات فنلی و خاصیت آنتی اکسیدانی می‌تواند به محافظت از مغزی مربایی در برابر اکسیداسیون و فساد کمک کند [۲۱]. مطالعات آزمایشگاهی مختلفی برای ارزیابی رابطه بین پلی فنل‌ها و زنده ماندن باکتری‌های پروبیوتیک انجام شده است. گزارش‌ها نشان داده‌اند که پلی فنل‌ها اثرات ضد میکروبی بر علیه پاتوژن‌ها اما اثرات محرک رشد بر پروبیوتیک‌ها از خود نشان داده‌اند [۲۲].

۳-۴- ویژگی‌های حرارتی مغزی‌های مربایی

همان‌طور که در شکل ۳ قابل مشاهده است، منحنی‌های DSC مغزی میوه‌ای ویژگی‌های حرارتی زیر را نشان می‌دهند: دمای انتقال شیشه‌ای (T_g)، نقطه جوش (T_b)، دمای کارامل شدن (T_c) و دمای تخریب حرارتی (T_d). خواص حرارتی مغزی‌های میوه‌ای به‌طور عمده به استحکام ژل و تشکیل شبکه‌ی پلی ساکارید در ترکیبات آنها بستگی دارد، که میزان رطوبت و همچنین نوع شیرین کننده مورد استفاده در ترکیب مغزی میوه‌ای تأثیر مهمی بر روی آن‌ها

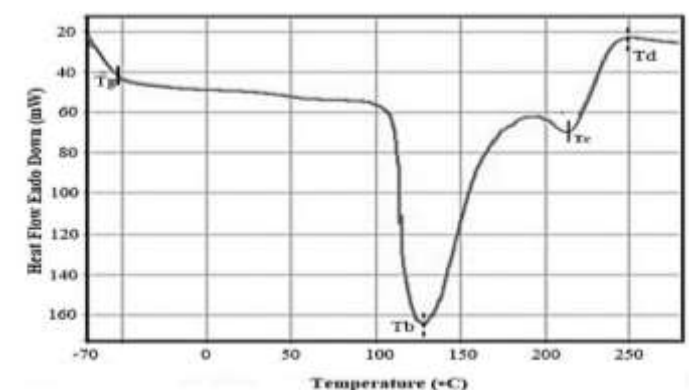


Fig. 3. DSC curve of the optimized fruit filling containing grape syrup.

مغزی میوه‌ای مشاهده می‌شود. شکل این پیک در هر دو نمونه یکسان به نظر می‌رسد. تجزیه حرارتی مغزی‌های میوه‌ای از حذف آب و ذوب قندها که بین ۱۲۵/۴۳ و ۱۳۳/۱ درجه سانتیگراد انجام می‌شود شروع می‌شود و با دگرگونی‌های شیمیایی قوی که در حالت آمورف قندها در دماهای بالاتر از نقطه‌ی ذوب آن‌ها رخ می‌دهد به پایان می‌رسد. تخریب حرارت بیشتر ماتریس مغزی مربایی که در منحنی DSC نشان داده شده است ناشی از تخریب حرارتی پلی ساکاریدها است که وزن مولکولی بسیار بیشتری نسبت به قندهای ساده دارند. بنابراین، تخریب حرارتی مغزی‌ها یک پیک گرمازا در منحنی DCS ایجاد می‌کند و پس از آن به یک کاهش وزن معمولی ناشی از تغییرات در جرم نمونه مغزی تبدیل می‌شود [۲۶]. علاوه بر این، یک پیک گرماگیر کوچک در منحنی‌های DSC مغزی میوه‌ای قبل از پیک اصلی تخریب حرارتی گرمازا مشاهده می‌شود. با در نظر گرفتن این واقعیت که این پیک مستقیماً پس از نقطه‌ی جوش ایجاد می‌شود و در نتیجه به وضوح در منحنی‌های DSC ردیابی می‌شود، ممکن است به دمای کاراملی شدن قندها (T_c)، که پس از ذوب آن‌ها در محیط غنی از قند انجام می‌شود مربوط باشد [۹].

نتایج تجربی تجزیه و تحلیل حرارتی مغزی میوه‌ای بهینه حاوی شیر انگور در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که از شکل ۳ و جدول ۳ می‌توان مشاهده کرده، T_g تیمار بهینه حاوی شیر انگور منفی است که این موضوع نشان می‌دهد که شیر انگور اثر معنی‌داری در جلوگیری از کریستالیزاسیون مغزی مربایی داشته است. میزان رطوبت در مغزی میوه‌ای به شدت بر دمای انتقال شیشه‌ای آن‌ها تأثیر می‌گذارد [۲۶]. بنابراین، مغزی‌های با رطوبت بالا (درجه بریکس ۵۰ و پایین‌تر) مقادیر کمتری از T_g نسبت به مغزی‌های کم‌رطوبت (درجه بریکس بالای ۷۰) دارند، زیرا آب حاصل از ترکیبات آن‌ها به‌عنوان یک پلاستی‌سایزر قوی عمل می‌کند و T_g سیستم را به شدت کاهش می‌دهد [۲۷]. هر چه مقدار آب بیشتر باشد درجه پلاستی‌سایزری آب بیوپلیمرهای درون یک ماتریس مغزی میوه‌ای در سطح مولکولی بیشتر شده، منجر به کاهش ویسکوزیته دینامیکی و کاهش T_g می‌شود. در نتیجه با کاهش مقدار T_g میزان کریستالیزاسیون افزایش می‌یابد. در واقع T_g مغزی میوه‌ای با افزایش میزان آب در فرمولاسیون آن کاهش می‌یابد، که با نتایج به‌دست آمده از میزان رطوبت مطابقت دارد [۹].

یک پیک بزرگ مربوط به نقطه جوش ناشی از تبخیر آب تحت حرارت اعمال شده در منحنی‌های DSC هر دو نوع

Table 3. Experimental results of thermal analysis of fruit filling

Θ °C/W	Td (peak) °C	ΔH_b J/g	Tb (peak) °C	Cp (J/g.°C)	Tg (peak) °C
1274.13±0.93	250.53±1.65	328.56±1.93	132.14±1.52	1.43±0.09	-61.73±0.41

Mean values and standard deviation (n=3) of thermal properties of fruit filling. Tg: glass transition temperature, Cp: specific heat capacity, Tb: boiling point, ΔH_b : water vaporization enthalpy, Td: thermal degradation temperature, Θ : thermal stability.

دارند [۲۳]. بنابراین، مغزی مربایی بهینه برای پایداری در پخت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند تا ارزیابی شود که آیا آن‌ها می‌توانند شکل اولیه خود را در طول پخت حفظ کنند یا خیر. مغزی مربایی شاخص BI برابر ۱۰۰ درصد داشت که نشان دهنده پایداری خوب مغزی مربایی تولید شده می‌باشد.

۳-۵- آزمون پایداری دمایی

طراحی سیستم‌های تثبیت کننده حاوی پلی ساکاریدهای مختلف که به محصول نهایی ارزش افزوده می‌دهند، هدف اصلی تولیدکنندگان مواد غذایی است که کرم‌ها، مرباها و مغزی‌های مربایی پایدار در برابر حرارت را برای کاربردهای مختلف تولید می‌کنند. مغزی‌های مربایی به پایداری حرارتی در برابر قرار گرفتن در معرض حرارت در طول پخت نیاز

۴- نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده، میتوان چنین نتیجه گرفت که شیر انگور از لحاظ ویژگی‌های تکنولوژیکی می‌تواند همانند شربت فروکتوز عمل نماید. همچنین مشاهده شد که از لحاظ این ویژگی، شیر انگور دارای تأثیر بهتری نسبت به شربت سوربیتول بود. هرچند که شیر انگور میتواند بخوبی شربت فروکتوز عمل نماید، اما مشاهده گردید که این سه ترکیب در کنار هم و به مقادیر مشخص، می‌توانند تأثیر بیشتر در جلوگیری از ایجاد کریستال‌های قند و در نتیجه سفتی بافت داشته باشند؛ چراکه افزایش میزان ناخالصی همواره در راستای افزایش آنروپی عمل نموده و امکان به هم پیوستن مولکول‌های قند را کاهش می‌دهد. استفاده از شیر انگور همچنین با افزایش میزان ترکیبات فنولی، خاصیت آنتی اکسیدانی مغزی مربایی را افزایش می‌دهد. نتایج این تحقیق

استفاده از شیر انگور به میزان ۳۸/۲٪ در فرمولاسیون مغزی مربایی را مثبت ارزیابی می‌نماید.

تضاد منافع

هیچ موردی برای اعلام وجود ندارد.

بیانیه مالی

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 مشارکت داشته‌اند.

بیانیه هوش مصنوعی

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

۵- منابع

- [1] Akan, L. S. (2018). Original paper production and characteristics of a traditional food: Molasses (Pekmez). *Food Science and Nutrition*, 2(2), 25-32.
- [2] Güçlü, H. I., Yücel, P., & Ocak, S. B. (2023). Optimization of an Adulteration Detection Technique in Grape, Carob, Fig, and Mulberry Molasses (Pekmez) Based on Physicochemical Properties. *ACS Food Science & Technology*, 3(10), 1768-1776.
- [3] Başaran, B., Kanbur, E., Birinci, C., & Aydın, F. (2021). Determination of acrylamide and 5-hydroxymethyl-2-furfural (HMF) levels and related parameters in Turkish pekmez (a traditional fruit product). *Journal of food quality and hazards control*.
- [4] Helvacıoğlu, S., Charehsaz, M., Erdem, O., & Aydın, A. (2021). Assessment of toxic element content of some grape molasses produced by conventional and industrial techniques: insights into human safety. *Toxin Reviews*, 40(4), 1198-1205.
- [5] Bilgicli, N., & Akbulut, M. (2009). Effects of different pekmez (fruit molasses) types on chemical, nutritional content and storage stability of cake. *Journal of Food Quality*, 32(1), 96-107.
- [6] 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*, 1-9.
- [7] Janna, C., & Svetlana, P. (2013). Influence of different hydrocolloids on physicochemical and heat-stable properties of fruit fillings. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI-Food Technology*, 37(2), 59-67.
- [8] Agudelo, A., Varela, P., Sanz, T., & Fiszman, S. (2014). Formulating fruit fillings. Freezing and baking stability of a tapioca starch-pectin mixture model. *Food Hydrocolloids*, 40, 203-213.
- [9] Cropotova, J., Tylewicz, U., Rocculi, P., Popel, S., & Dalla Rosa, M. (2017). Thermal properties of fruit fillings as a function of different formulations. *Food Structure*, 14, 85-94.
- [10] Momchilova, M., Zsivanovits, G., Milkova-Tomova, I., Buhalova, D., & Dojkova, P. (2016). Sensory and texture characterisation of plum (*Prunus domestica*) fruit leather. *Bulgarian Chemical Communications*, 48, 428-434.
- [11] Sinha, A., & Bhargav, A. (2020). Effect of state transition, drying kinetics and moisture content on Young's modulus variation during thermal

- drying of hygroscopic food materials. *Journal of Food Engineering*, 279, 109957.
- [12] Rosales-Chimal, S., Navarro-Cortez, R. O., Bello-Perez, L. A., Vargas-Torres, A., & Palma-Rodríguez, H. M. (2023). Optimal conditions for anthocyanin extract microencapsulation in taro starch: Physicochemical characterization and bioaccessibility in gastrointestinal conditions. *International Journal of Biological Macromolecules*, 227, 83-92.
- [13] Ma, Y.-L., Wang, Y., Wu, Z.-F., Mei, J., Zhang, W.-Q., Shang, Y.-F., . . . Wei, Z.-J. (2023). Exploring the effect of in vitro digestion on the phenolics and antioxidant activity of Lycium barbarum fruit extract. *Food Bioscience*, 51, 102255.
- [14] Pradhan, R. C., Naik, S. N., Bhatnagar, N., & Vijay, V. K. (2009). Moisture-dependent physical properties of jatropha fruit. *Industrial Crops and Products*, 29(2), 341-347.
- [15] Awulachew, M. (2021). Fruit jam production. *International Journal of Food Science, Nutrition and Dietetics*, 10(4), 532-537.
- [16] Tatasciore, S., Santarelli, V., Neri, L., González Ortega, R., Faieta, M., Di Mattia, C. D., . . . Pittia, P. (2023). Freeze-Drying Microencapsulation of Hop Extract: Effect of Carrier Composition on Physical, Techno-Functional, and Stability Properties. *Antioxidants*, 12(2), 442.
- [17] Escher, G. B., Marques, M. B., do Carmo, M. A. V., Azevedo, L., Furtado, M. M., Sant'Ana, A. S., . . . Granato, D. (2020). Clitoria ternatea L. petal bioactive compounds display antioxidant, antihemolytic and antihypertensive effects, inhibit α -amylase and α -glucosidase activities and reduce human LDL cholesterol and DNA induced oxidation. *Food Research International*, 128, 108763.
- [18] Dudonne, S., Vitrac, X., Coutiere, P., Woillez, M., & Mérillon, J.-M. (2009). Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays. *Journal of agricultural & food chemistry*, 57(5), 1768-1774.
- [19] Caponio, G. R., Noviello, M., Calabrese, F. M., Gambacorta, G., Giannelli, G., & De Angelis, M. (2022). Effects of grape pomace polyphenols and in vitro gastrointestinal digestion on antimicrobial activity: Recovery of bioactive compounds. *Antioxidants*, 11(3), 567.
- [20] 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.
- [21] Leyva-Porras, C., Román-Aguirre, M., Cruz-Alcantar, P., Pérez-Urizar, J. T., & Saavedra-Leos, M. Z. (2021). Application of antioxidants as an alternative improving of shelf life in foods. *Polysaccharides*, 2(3), 594-607.
- [22] Banerjee, A., & Dhar, P. (2019). Amalgamation of polyphenols and probiotics induce health promotion. *Critical reviews in food science and nutrition*, 59(18), 2903-2926.
- [23] Cropotova, J., Tylewicz, U., Dellarosa, N., Laghi, L., Romani, S., & Dalla Rosa, M. (2016). Effect of freezing on microstructure and degree of syneresis in differently formulated fruit fillings. *Food Chemistry*, 195, 71-78.
- [24] Kumar, S., Konwar, J., Purkayastha, M. D., Kalita, S., Mukherjee, A., & Dutta, J. (2023). Current progress in valorization of food processing waste and by-products for pectin extraction. *International Journal of Biological Macromolecules*, 239, 124332.
- [25] 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.
- [26] Ubbink, J., & Dupas-Langlet, M. (2020). Rheology of carbohydrate blends close to the glass transition: Temperature and water content dependence of the viscosity in relation to fragility and strength. *Food Research International*, 138, 109801.
- [27] Ahmed, J., Ramaswamy, H. S., & Pandey, P. K. (2006). Dynamic rheological and thermal characteristics of caramels. *LWT - Food Science and Technology*, 39(3), 216-224.



Scientific Research

Optimization of the Effect of Grape Syrup on the Fruit Filling in Comparison with Fructose Syrup and Sorbitol Syrup, and Evaluation of Their Physicochemical Properties

Farzad Saberi¹, Mostafa Karami^{*2}, Azam Shiri¹, 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: 2025/01/17

Review: 2025/05/29

Accepted: 2025/06/10

Keywords:

Grape syrup,

Fructose syrup,

Sorbitol syrup,

Penetration test,

Fruit filling.

DOI: 10.48311/fsct.2026.83968.0

*Corresponding Author E-

mkarami@basu.ac.ir

Grape syrup is the primary product of grape processing industries which has been evaluated in this study as a natural substitute with antioxidant activity. This study investigates the effect of grape syrup in preventing further hardness in fruit fillings and the loss of spreadability due to sugar crystallization, compared to fructose and sorbitol syrups. In this context, the optimal formulation of fruit filling using a simplex lattice design was tested with various percentages of grape syrup, fructose syrup, and sorbitol syrup (at levels of 0, 6.37%, 12.73%, 19.1%, 25.47%, and 38.2%) based on texture analysis. Penetration testing was conducted using a texture analyzer, and the optimal treatments were evaluated on days 0 and 30 after production using various tests. The results on day 0 indicated that grape syrup significantly ($p < 0.05$) softens the texture of the fruit filling. Thirty days after production, the optimized formulation exhibited favorable performance, with a moisture content of 13.42%, water activity of 0.38, and °Brix of 31.80. The findings suggest that 38.2% grape syrup, due to its phenolic compounds (62.75 mg gallic acid per gram) and antioxidant free radical scavenging activity (22.54%), is suitable for producing fruit fillings.