(مقاله پژوهشی)

بهینه‌سازی فرمولاسیون گز رژیمی‌حاوی شیرین‌کننده‌های استویوزید-ایزومالت و گیاه آزیوش به روش سطح پاسخ

مریم هفت برادران[۱]، محمد گلی[۲*]

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد اصفهان(خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

۲- دانشیار،گروه علوم و صنایع غذایی، مرکز تحقیقات لیزر و بیوفوتونیک در فناوریهای زیستی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۰۴/۰۱

چکیده

امروزه گرایش به مصرف مواد غذایی طبیعی، با کالری کم و ارزش تغذیه‌ای بالا در حال افزایش است. استویوزید نوعی شیرین‌کننده طبیعی فاقد کالری و با شیرینی حدود۳۰۰ برابر بیشتر از ساکارز است که دارای خواص تغذیه‌ای و دارویی بسیار زیادی می‌باشد و بر خلاف شیرین‌کننده‌های مصنوعی تأثیرات منفی بر سلامت مصرف‌کننده نمی‌گذارد. هدف از این مطالعه، کاهش ساکارز مصرفی در تهیه گز و تولید محصولی با ارزش غذایی بالا با کمک گیاه آزیوش، منبع غنی از پتاسیم، آهن، مس، منگنز، روی و مقادیر انرژی بالا می‌باشد. اثر شکر با جایگزینی استویوزید-ایزومالت (۱۰۰-۰ درصد)، آزیوش (۱-۰ درصد) و دمای پخت (۷۰-۹۰ درجه سانتی‌گراد) بر دانسیته و سفتی گز و در آزمون های دوره‌ای ۴۵ روزه نمونه بهینه با شاهد از نظر خواص بافتی(سختی، چسبندگی، پیوستگی، ارتجاعیت، صمغیت و قابلیت جویدن) مورد بررسی قرار گرفتند. از نرم افزار دیزاین اکسپرت و روش سطح پاسخ در قالب طرح مرکب مرکزی با ۶ نقطه مرکزی با آلفای برابر با عدد ۲ و دو تکرار در سایر نقاط به منظور بهینه‌سازی فرمولاسیون گز رژیمی، استفاده شد. دانسیته تیمارها با افزایش درصد جایگزینی شکر با استویوزید-ایزومالت بترتیب در دمای پایین و بالای پخت کاهش و افزایش یافت. افزایش دانسیته در مقادیر بالای آزیوش مشاهده شد. استفاده از مقادیر بالای استویوزید-ایزومالت و آزیوش باعث کاهش سفتی بافت گز گردید. فرمول بهینه‌گز شامل۴۲ درصد جایگزینی شکر با استویوزید-ایزومالت، ۰/۱۸ درصد گیاه آزیوش و دمای پخت ۸۷ درجه سانتی‌گراد معرفی گردید. هم‌چنین نتایج نشان داد برخی ویژگی های کیفی گز رژیمی حاوی گیاه آزیوش از نظر محتوی پروتئین، چربی و آهن بهبود یافته است.

واژه های کلیدی: گز رژیمی، آزیوش، استویوزید-ایزومالت، خواص بافتی، روش سطح پاسخ.

*مسئول مکاتبات: mgolifood@yahoo.com

۱-مقدمه

شیوع بیماری‌های مرتبط با افزایش قند خون، فشارخون، چاقی و دیابت در اثر مصرف بالا و مداوم ساکارز، استفاده از آن را در محصولات مختلف با محدودیت‌هایی مواجه کرده است (۴). در سالهای اخیر، استفاده از جایگزین‌های طبیعی‌گیاهی با ساکارز جهت کاهش کالری محصولات مختلف مورد توجه قرار گرفته است. گز محصولی است که از گز انگبین، شکر، شربت گلوکز، سفیده تخم مرغ، گلاب و مغز پسته یا بادام تهیه می‌شود. بر خلاف بسیاری از فرآورده های قنادی و پخت، برای تهیه آن نیازی به آرد، نشاسته، روغن یا نگهدارنده‌ها وجود ندارد. از آن جایی‌که کربوهیدرات‌ها به شکل شکر و شربت گلوکز رویهمرفته حدود ۸۰ درصد از اجزای تشکیل دهنده فرمولاسیون گز را تشکیل می‌دهند و نه تنها شیرینی گز بلکه ویژگی‌های رئولوژیکی و بافتی آن را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد(۳)، لذا تولید گز رژیمی با حداقل شکر با حداکثر جایگزینی شیرین‌کننده‌های طبیعی مورد توجه بسیاری از تولیدکنندگان شیرینی و گز قرار گرفته است. در این میان گیاه استویا به عنوان جایگزین بسیار مناسب ساکارز برای رفع مشکلات ناشی از مصرف ساکارز معرفی گردیده است (۴). گیاه استویا (*Stevia rebaudiana*) که به گیاه برگ عسلی معروف است، نخستین‌بار در شمال پاراگوئه شناخته شد. گلیکوزیدهای دی ترپنی، ترکیباتی هستند که به عنوان عامل اصلی ایجاد طعم بسیار شیرین در عصاره گیاه استویا شناخته شده است، به‌طوری‌که میزان شیرینی آن ها تا ۳۰۰ برابر شکر تخمین زده شده است. گیاه استویا به عنوان شیرین‌کننده طبیعی کم کالری، از لحاظ تغذیه‌ای و دارویی نیز خواص عملکردی منحصر به‌فردی را دارا می‌باشد (۴). آزیوش با نام علمی *Corchorus olitorius* L. یکی از شناخته شده‌ترین سبزیجات برگ‌دار در مصر است. برگ‌های این گیاه منبع غنی از پروتئین، فیبر، ویتامین‌ها (A و C)، مواد معدنی (به ویژه کلسیم و آهن)، استرول‌ها، توکوفرول‌ها و کاروتنوئیدها است. این گیاه دارای خواص بیولوژیک متعددی نظیر خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد باکتریایی، ضد قارچی، ضد ویروسی، ضد التهابی و ضد سرطان می‌باشد (۱۲، ۲۱، ۲۲)، که در این تحقیق برای غنی‌سازی بخصوص تقویت میزان آهن و بهبود خواص بافتی و دانسیته که از مهمترین ویژگی های کیفی گز می‌باشد مورد استفاده قرار گرفت. امام جمعه و همکاران (۱۳۸۹)، با بررسی اثر جایگزینی ساکارز و گلوکز با شیرین‌کننده‌های رژیمی سوربیتول و ایزومالت در تولید گز رژیمی‌گزارش دادند که استفاده از این شیرین‌کننده‌ها باعث افزایش دانسیته نسبت به نمونه شاهد شده و افزایش سطح سوربیتول موجب افزایش نرمی بافت گردیده است(۱). در پژوهش حاضر، اثر جایگزینی استویوزید-ایزومالت با ساکارز (۰-۱۰۰درصد)، آزیوش (۰-۱درصد) و دمای پخت (۷۰-۹۰ درجه سانتی‌گراد) بر دانسیته و سفتی گز و در آزمونهای دوره‌ای ۴۵ روزه نمونه بهینه با شاهد از نظر خواص بافتی(سختی، چسبندگی، پیوستگی، ارتجاعیت، صمغیت و قابلیت جویدن) مورد بررسی قرار گرفتند.

۲-مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

مواد به‌کار رفته در فرمولاسیون گز شامل آب، گلوکز مایع(با معادل دگستروز ۴۲ درصد، پالایشگاه غلات زر، ایران)، ایزومالت(۹۸ درصد خلوص، شرکت پوران پودر سپاهان، ایران)، سوربیتول(۹۵ درصد خلوص، شرکت گارگیل، آمریکا)، شکر(۹۹ درصد خلوص، شرکت نقش جهان، ایران)، سفیده تخم مرغ(۱۰۰ درصد خلوص، شرکت تلاونگ، ایران)، هل، استویوزید و آزیوش (۱۰۰ درصد خلوص، شرکت سلامت گستران آرایان، ایران) تهیه گردید. کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق شامل سولفات سدیم بدون آب، بوریک اسید، معرف متیل رد، سولفوریک اسید، سولفات مس، کلریدریک اسید، پتاسیم هیدروکسید، پترولیوم اتر، فهلینگ A و B، معرف متیلن بلو، معرف فنل فتالئین، سدیم هیدروکسید، روی استات و پتاسیم فروسیانید از شرکت مرک آلمان فراهم شد.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- آماده‌سازی گز

جهت تولید گز غنی شده و رژیمی پایه از آب (۱۳/۸۸ درصد)، سوربیتول (۱/۷۴ درصد)، گلوکز مایع (۴۸/۵۹ درصد)، شکر (۳۴/۷۱ درصد)، سفیده تخم مرغ (۰/۸۷ درصد) و پودر هل (۰/۲۱ درصد) و از ایزومالت به عنوان پرکننده استفاده شد. سایر فرمولاسیون‌های گز تولیدی با توجه به جدول شماره ۲ طراحی و محاسبه گردید. برای تولید گز ابتدا گلوکز، شکر، استویوزید-ایزومالت، سوربیتول و آب مخلوط گردید و در دمای ۱۲۶ درجه سانتی‌گراد در یک مخزن دارای همزن(میکسر ۵ لیتری پلانتاری، فودسنس، چین) به مدت حدود ۲ ساعت به‌طور مداوم هم زده شد. سپس سفیده تخم‌مرغ را به وسیله دستگاه سفیده زن (میکسر ۵ لیتری پلانتاری، فودسنس، چین) به هم زده تا به صورت کف درآید و حجمش زیاد شود. سپس به شربت به‌دست آمده در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد اضافه گردید، پودر گیاهی آزیوش در مرحله نهایی همراه با پودر هل اضافه شد و تا رسیدن کامل گز همزدن ادامه یافت. زمان پایان فرایند معمولاً به روش تجربی توسط سرکارگر تعیین می شود به این صورت که وقتی با پشت دست محکم به گز بکوبی به دست نچسبد دما دراین حالت مهم است. گز ساخته شده را از پاتیل خارج کرده و داخل قالب های استیل قرار می دهیم. سپس نمونه‌ها را در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد در درون سالن‌های خنک به مدت ۳ ساعت قرار دادیم. گزهای ساخته شده تا زمان انجام آزمون‌های بافت سنجی و دانسیته در انبارهای سرد ۱۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌شوند(۳، ۷). جهت تهیه گز رژیمی حاوی استویوزید-ایزومالت و گیاه آزیوش، متغیرهای مستقل شامل جایگزینی شکر با استویوزید در سطوح (۰-۱۰۰درصد)، آزیوش در سطوح (۰-۱درصد) و دمای پخت به علت تاثیرگذاری بالای این پارامتر در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی شیرینی‌جات به ویژه گز در سطوح (۹۰-۷۰ درجه سانتی‌گراد) انتخاب شدند (جدول ۱) و بقیه ترکیبات ثابت در نظر گرفته شد. تیمارهای آزمایشی مورد استفاده در تهیه گز رژیمی غنی شده در جدول ۲ آمده است.

جدول ۱- متغیرهای مستقل فرآیند و سطوح آنها

متغیرهای مستقل	+۱	۰	-۱
جایگزینی شکر با استویوزید-ایزومالت (درصد)	۷۵	۵۰	۲۵
گیاه آزیوش (درصد)	۰/۷۵	۰/۵۰	۰/۲۵
دمای پخت (درجه سانتی‌گراد)	۸۵	۸۰	۷۵

* با توجه به شیرینی سیصد برابری استویوزید نسبت به شکر، تفاوت وزن استویوزید مصرفی و شکر حذف شده در تمامی تیمارها از ایزومالت به عنوان فیلر یا پرکن استفاده شد.

جدول ۲- تیمارهای آزمایشی مورد استفاده در تهیه گز رژیمی غنی شده با استفاده از RSM

تیمار	جایگزینی شکر با استویوزید-ایزومالت (درصد)	گیاه آزیوش (درصد)	دمای پخت (درجه سانتی-گراد)	تیمار	جایگزینی شکر با استویوزید-ایزومالت (درصد)	گیاه آزیوش (درصد)	دمای پخت (درجه سانتی‌گراد)
۱	۲۵	۰/۲۵	۸۵	۱٤	۵۰	۰/۵	۸۰
۲	۷۵	۰/۲۵	۷۵	۱۵	۵۰	۰	۸۰
۳	۲۵	۰/۷۵	۷۵	۱٦	۰	۰/۵	۸۰
٤	۲۵	۰/۷۵	۷۵	۱۷	۵۰	۰/۵	۸۰
۵	۵۰	۰/۵	۸۰	۱۸	۷۵	۰/۷۵	۸۵
٦	۵۰	۰/۵	۷۰	۱۹	۵۰	۰/۵	۸۰
۷	۷۵	۰/۷۵	۷۵	۲۰	۷۵	۰/۲۵	۸۵
۸	۲۵	۰/۷۵	۸۵	۲۱	۷۵	۰/۷۵	۷۵
۹	۷۵	۰/۷۵	۸۵	۲۲	۱۰۰	۰/۵	۸۰
۱۰	۲۵	۰/۷۵	۸۵	۲۳	۲۵	۰/۲۵	۷۵
۱۱	۵۰	۱	۸۰	۲٤	۵۰	۰/۵	۹۰
۱۲	۲۵	۰/۲۵	۷۵	۲۵	۲۵	۰/۲۵	۸۵
۱۳	۷۵	۰/۲۵	۸۵	۲٦	۷۵	۰/۲۵	۷۵

۲-۲-۲- آزمون‌های شیمیایی

میزان پروتئین(استاندارد AACC، ۰۱-۱۲-۴۶)، چربی(استاندارد AACC، ۰۱-۱۰-۳۰)، قند(استاندارد AACC، ۰۱-۵۰-۸۰)، آهن(استاندارد AACC، ۰۱-۴۰-۴۰) اندازه گیری شد(۸). اندازه‌گیری اسید آسکوربیک مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۰ صورت گرفت(۶).

۲-۲-۳- اندازه‌گیری دانسیته

به منظور تعیین دانسیته نمونه‌های گز ابتدا حجم نمونه‌ها با کمک روش جایگزینی با ارزن تعیین شد بدین ترتیب که یک مزور ۱۰۰۰ میلی‌لیتری تا حجم معینی از ارزن پر شد. سپس ارزن‌ها در داخل ظرف دیگری تخلیه شد و ابتدا داخل مزور ارزن ریخته شد و سپس نمونه درون مزور قرار داده شد و مزور تا همان حجم از ارزن پر شد. اختلاف حجم ارزن در مزور در حالی که نمونه‌ی گز در مزور قرار داشت با حجم اولیه، حجم نمونه گز را نشان خواهد داد. پس از تعیین حجم نمونه‌ها دانسیته آن‌ها از رابطه زیر محاسبه خواهد گردید(۸).

$$\text{دانسیته کل}\left(\frac{g}{ml}\right)=\frac{\text{وزن نمونه}}{\text{حجم نمونه}}$$

۲-۲-٤- ارزیابی بافت

برای تعیین میزان سفتی بافت، از دستگاه بافت‌سنج (Hounsfield H512S، آلمان) استفاده شد. نیروی لازم جهت نفوذ پروب با قطر ۲ میلی‌متر و سرعت ۱۰۰ میلی‌متر در دقیقه به داخل نمونه (قطعه مکعب مربع با اندازه ۲×۲ سانتی‌متر)، قرائت گردید. حداکثر نیروی لازم به عنوان شاخصی از سفتی لحاظ گردید(۱۵).

۲-۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

در بخش اول تجزیه و تحلیل آماری، برای بررسی تأثیر متغیرهای مستقل شامل درصد جایگزینی شکر با استویوزید-ایزومالت (A)، درصد آزیوش(B) و دمای پخت (C) بر دانسیته ومیزان سفتی بافت از نرم افزار دیزاین اکسپرت (نسخه ۹) و روش سطح پاسخ در قالب طرح مرکب مرکزی با میزان آلفای برابر با عدد ۲ و ۶ نقطه مرکزی استفاده شد. تعیین شرایط عملیاتی بهینه جهت دستیابی به پاسخ‌های مطلوب مورد نظر با استفاده از تکنیک بهینه‌یابی عددی انجام شد. در روش سطح پاسخ برای هر متغیر وابسته مدلی تعریف شد که آثار اصلی و متقابل متغیرها را بر روی هر فاکتور بیان می‌کند، مدل چند متغیره به‌صورت معادله (۱) می‌باشد. Y پاسخهای پیش بینی شده (دانسیته و سفتی) و βn ضرائب ثابت رگرسیون هستند.

معادله (۱) $$Y=\beta_0+\beta_1A+\beta_2B+\beta_3C+\beta_{11}A^2+\beta_{22}B^2+\beta_{33}C^2+\beta_{12}AB+\beta_{13}AC+\beta_{23}BC$$

در بخش دوم تجزیه تحلیل آماری، نتایج بهینه پیشنهادی نرم افزار با نتایج واقعی در روز اول تولید محصول توسط آزمون t-test جفت شده در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت. در بخش سوم تجزیه و تحلیل آماری، نمونه بهینه با نمونه شاهد در بازه زمانی ۴۵ روزه از نظر خواص بافتی (سختی، چسبندگی، پیوستگی، ارتجاعیت، صمغیت و قابلیت جویدن) و هم‌چنین میزان آهن و ویتامین سی در زمان تولید در قالب طرح کاملا تصادفی توسط نرم‌افزار اس‌پی‌اس‌اس (نسخه۹/۱) و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد یا سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مورد آنالیز گردید.

۳-نتایج و بحث

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر جایگزینی استویوزید و آزیوش بر متغیرهای پاسخ (دانسیته و سفتی)

منبع تغییرات	دانسیته(گرم برسانتی‌متر مکعب)				سفتی(نیوتون)			
	درجه آزادی	مجموع مربعات	ارزش F	ارزش P		درجه آزادی	مجموع مربعات	ارزش F	ارزش P
مدل	٤	۰/۰۲۸	۹/۰۵	۰/۰۰۰٤***	مدل	۲	۷۸۲٦/۲۷	۵۲/٤۳	<۰/۰۰۰۱***
AC	۱	٦/۲×۱۰$^{-۳}$	۷/۹۸	۰/۰۱۱۷***	A^2	۱	۲۷۹۷/۲	۳۷/٤۸	<۰/۰۰۰۱***
B^2	۱	۰/۰۱۱	۱۳/۹۱	۰/۰۰۱۷***	B^2	۱	۵۰۲۹/۰۷	٦۷/۳۸	<۰/۰۰۰۱***
C^2	۱	۰/۰۱۱	۱۳/۹۱	۰/۰۰۱۷***	باقیمانده	۲۱	۱۵٦۷/٤۲	–	–
C^3	۱	۵/۷×۱۰$^{-۳}$	۷/۳٤	۰/۰۱٤۹**	عدم برازش	۱۰	٤٤۳/٦۹	۰/٤۳	۰/۹۰۰۸ns
باقیمانده	۱۷	۰/۰۱۳	–	–	خطای خالص	۱۱	۱۱۲۳/۷۳	–	–
عدم برازش	۹	۵/۹۹×۱۰$^{-۳}$	۰/۷٤	۰/٦۷۱۷ns					
خطای خالص	۸	۷/۲۲×۱۰$^{-۳}$							
R^2		۰/۸٦					۰/۸۳		

خطوط تیره در جدول نشان دهنده‌ی بی تأثیر بودن متغیر مربوطه در پاسخ‌های اندازه گیری شده است. **: اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد

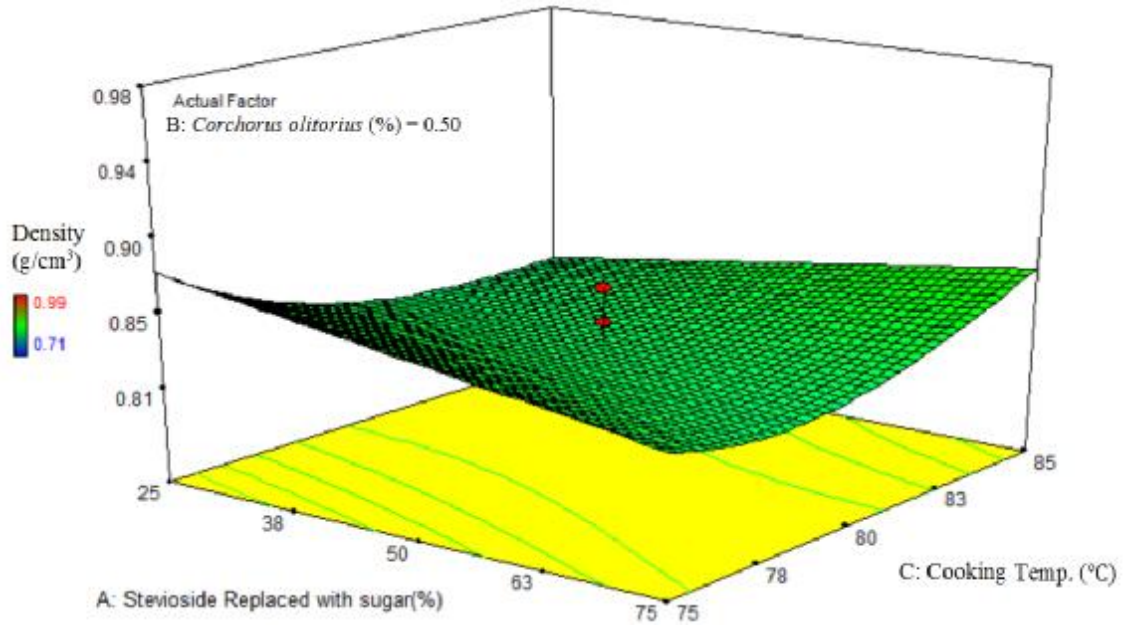
*: اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار. A: جایگزینی شکر با استویوزید-ایزومالت (درصد)، B: گیاه آزیوش (درصد) و C: دمای پخت (درجه سانتی‌گراد)

۳-۱- دانسیته

به‌منظور به‌دست آوردن مدل تجربی برای پیش بینی متغیر پاسخ دانسیته ابتدا رابطه‌های چند جمله‌ای شامل خطی، دو فاکتوریلی (تعاملی)، درجه دو و درجه سه بر داده‌های به‌دست آمده از این پاسخ برازش داده شدند و سپس این مدل‌ها مورد آنالیز آماری قرار گرفتند. نتایج نشان داد مدل مناسب برای پیشگویی تغییرات دانسیته در اثر متغیرهای مورد بررسی (جایگزینی شکر با استویوزید-ایزومالت، آزیوش و دمای پخت)، مدل رگرسیون درجه سه با ضریب تبیین ۰/۸۶ می‌باشد. از آن‌جایی که در این آزمون، مدل معنی‌دار ($P<0.01$) و عدم برازش آن معنی‌دار نبوده($P=0.67$) و دارای ضریب تبیین بیش از ۰/۷۵ است لذا داده‌ها با مدل تخمینی درجه سوم مطابق با معادله ۱ معادله (۱)

بخوبی برازش (فیت) شده‌اند. جدول ۳ و معادله ۱ نشان داد، اثر متقابل درصد جایگزینی استویوزید و دمای پخت ($P< 0.001$)، اثر درجه دوم درصد آزیوش($P< 0.001$)، اثر درجه دوم دمای پخت($P<0.001$) واثر درجه سوم دمای پخت بردانسیته معنی‌دار بوده است ($P<0.01$). معادله (۱) نشان داد، مقادیر بالای آزیوش موجب افزایش دانسیته می‌شود. نمودار سطح پاسخ (شکل۱) تأثیر متقابل جایگزینی شکر با استویوزید- ایزومالت و دمای پخت بر تغییرات دانسیته، نشان داد که با افزایش درصد جایگزینی شکر با استویوزید-ایزومالت در دماهای پخت بالا و پایین بترتیب دانسیته افزایش و کاهش نشان داد. روند تغییرات دانسیته تیمارها در هر سطح جایگزینی استویوزید-ایزومالت با شکر با افزایش دمای پخت ابتدا کاهشی و سپس افزایشی بود.

$$\text{دانسیته(گرم بر سانتی‌متر مکعب)} = ۰/۸۳ + ۰/۰۲۱AC + ۰/۰۲۲B^2 + ۰/۰۲۲C^2 - ۰/۰۶۳C^3$$



شکل ۱- نمودار سطح پاسخ سه بعدی تأثیرجایگزینی شکر با استویوزید-ایزومالت ودمای پخت بر دانسیته گز رژیمی

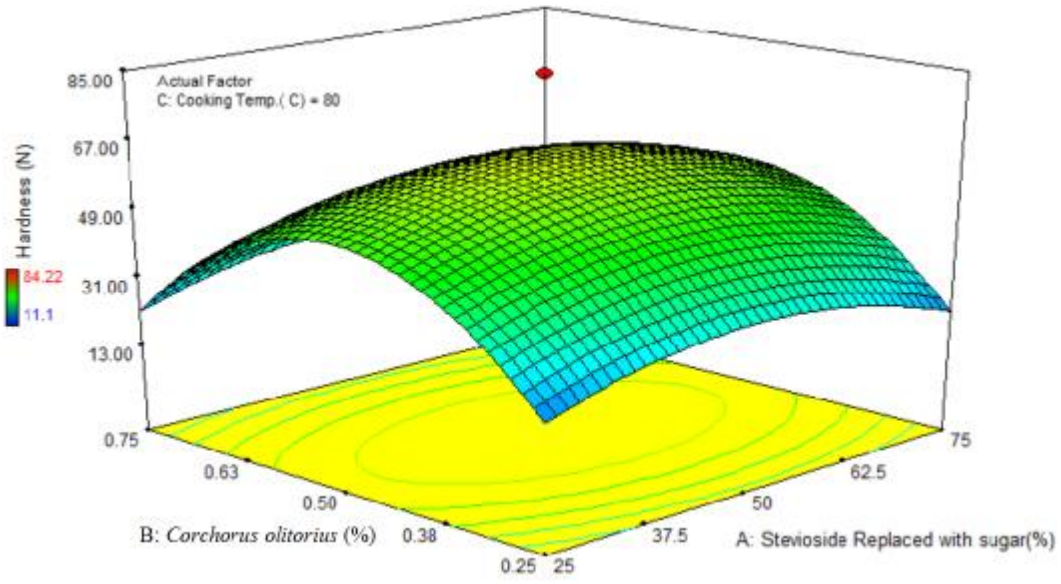
حجم نهایی محصول بستگی زیادی به ترکیبات مولد گاز، فرایند همزدن، آمیختن هوا در مخلوط و تبخیر مولکول‌های آب در حین پخت دارد (۱۷). افزایش دانسیته رخدادی است که در نتیجه کاهش حجم و افزایش وزن مخصوص مخلوط به وقوع می‌پیوندد و به‌شدت به تغییرات ویسکوزیته وابسته است (۱۰). افزایش و کاهش دانسیته نمونه‌های گز در اثر جایگزینی شکر با استویوزید-ایزومالت بترتیب در دماهای بالا و پایین پخت را می‌توان به ارتباط سرعت

دناتوراسیون حرارتی در دماهای بالاتر پخت و افزایش ویسکوزیته خمیر گز دانست که عملیات ورز دادن خمیر با ویسکوزیته بالاتر ضعیفتر صورت گرفته که در نتیجه آن اندازه حباب‌های هوای محبوس کوچکتر و دانسیته بیشتر را در محصول نهایی ایجاد می‌کند(۹). کلانتری و همکاران (۱۳۹۴)، با بررسی اثر جایگزینی شیره انجیر با ساکارز بر خواص فیزیکی کیک جعبه‌ای به این نتیجه رسیدند که جایگزینی ساکارز با شیره انجیر موجب افزایش معنی‌دار دانسیته جسمی کیک می‌شود و علت را خروج سریع‌تر حباب‌های هوا در حضور این قند دانستند(۵). بر اساس یافته‌های به‌دست آمده، افزایش دانسیته در مقادیر بالای آزیوش و دمای پخت مشاهده شد. صمغ‌ها بدلیل داشتن قدرت جذب آب بالا، باعث افزایش ویسکوزیته مخلوط می‌شوند که این افزایش در ویسکوزیته به‌ویژه در غلظت‌های بالا مانع از اتساع و گسترش مناسب حباب‌های هوای موجود در مخلوط می‌شود. لذا، گیاه آزیوش بدلیل دارا بودن مقادیر قابل توجه صمغ و فیبرهای رژیمی می‌تواند موجب افزایش ویسکوزیته مخلوط و به دنبال آن افزایش دانسیته محصول گردد (۱۳).

۳-۲- سفتی بافت

به‌منظور به‌دست آوردن مدل تجربی برای پیش‌بینی متغیر پاسخ سفتی ابتدا رابطه‌های چند جمله‌ای شامل خطی، دو فاکتوریلی (تعاملی)، درجه دو و درجه سه بر داده‌های به‌دست آمده از این پاسخ برازش داده شدند و سپس این مدل‌ها مورد آنالیز آماری قرار گرفتند. نتایج نشان داد مدل مناسب برای پیشگویی تغییرات سفتی در اثر متغیرهای مورد شکر با استویوزید-ایزومالت، آزیوش و بررسی (جایگزینی دمای پخت)، مدل رگرسیون درجه دو با ضریب تبیین ۰/۸۳ می‌باشد. از آن‌جایی که در این آزمون، مدل معنی‌دار و عدم برازش آن معنی‌دار)نبوده(P<0.001) و دارای ضریب تبیین بیش از ۰/۷۵ است (P=0.9008) لذا داده‌ها با مدل تخمینی درجه دوم مطابق با معادله ۲ به خوبی برازش (فیت) شده‌اند. جدول ۳ و معادله ۲ نشان داد اثر درجه دوم درصد جایگزینی استویوزید و اثر درجه تنها (P<0.001دوم درصد آزیوش بر سفتی بافت معنی‌دار بود شکل(۲) نشان می‌دهد که مقادیر بالای استویوزید و آزیوش منجر به کاهش سفتی بافت می‌شود. به عبارتی تغییرات سفتی بافت با افزایش درصد جایگزینی شکر با استویوزید-ایزومالت تا سطح ۵۰ درصد و آزیوش تا سطح ۰/۵ درصد ابتدا روند افزایشی و سپس کاهشی را نشان داد.

معادله (۲) سفتی بافت (نیوتن)= ۶۳/۴۱-۱۰/۸A^2-۳۰/۷۱B^2



شکل ۲- نمودار سطح پاسخ تأثیر جایگزینی شکر با استویوزید-ایزومالت و آزیوش بر سفتی بافت

مقدار سفتی بافت در آزمون بافت سنجی به حداکثر ارتفاع منحنی نیرو در اولین فشار اطلاق می‌شود که حداکثر نیروی اعمال شده طی عمل جویدن را نشان می‌دهد. سفتی بافت تا حدود زیادی تحت تأثیر قابلیت باند کردن آب توسط استویا-ایزومالت و از دست دادن آن در طول نگهداری و بر هم کنش این قندها با سایر اجزاء فرمولاسیون قرار می‌گیرد (۱۸). نتایج معادله ۲ و شکل ۲ نشان داد که سفتی تیمارها در مقادیر بالای جایگزینی استویوزید- ایزومالت با شکر کاهش یافت. دلیل این امر می‌تواند تضعیف شبکه ژلی در اثر تغییر ترکیبات و ویسکوزیته مخلوط باشد. کاهش سفتی بافت بیسکویت در اثر جایگزینی شکر با پودر خرما و افزایش سطوح جایگزینی از ۱۰درصد به ۴۰ درصد گزارش شده است (۲). از طرفی، سفتی بافت به‌شدت به میزان ماده خشک، پروتئین و چربی محصول وابسته است (۱۸). بررسی اثر جایگزینی شکر با مخلوط شیرین‌کننده‌های سوکرالوز و مالتودکسترین- ایزومالت در کوکی شکلاتی نشان داد که با افزایش درصد جایگزینی شکر، قطر کوکی‌ها و سفتی بافت کاهش یافت (۱۴). آزیوش منبع غنی از ترکیبات فیبری و هیدروکلوئیدهاست (۲۰)، در نتیجه حضور مقادیر بالای آن در فرمول گز از طریق افزایش حفظ و نگهداری آب در محصول نهایی موجب کاهش سفتی بافت می‌شود (۱۶).

۳-۳- انتخاب نمونه بهینه گز رژیمی و غنی شده

شرایط بهینه برای تولید گز رژیمی غنی‌شده با کمک استویوزید و آزیوش با استفاده از تکنیک بهینه‌یابی عددی صورت گرفت. در جدول ۴ دامنه مقادیر به دست آمده برای فرایند بهینه‌سازی و هدف آن مشخص شده است. از آن‌جائی که یکی از ویژگی‌های مهم گز دانسیته کمتر محصول است و هرچه گز سبکتر باشد رتبه کیفی بالاتری پیدا می‌کند لذا دانسیته کمینه جز اهداف بهینه یابی در نظر گرفته شد.

جدول ٤- مقادیر در نظر گرفته شده برای بهینه سازی تولید گز رژیمی

متغیر مستقل و پاسخ	حد پایین	حد بالا	هدف
جایگزینی شکر با استویوزید-ایزومالت (٪)	۰	۱۰۰	در محدوده
گیاه آزیوش (٪)	۰	۱	در محدوده
دمای پخت (°C)	۷۰	۹۰	در محدوده
دانسیته (g/cm^3)	۰/۸۱	۰/۹۸	کمینه
سفتی بافت (N)	۲۰	۳۰	در محدوده

شرایط بهینه برای تولید گز رژیمی غنی‌شده شامل ۴۲ درصد جایگزینی شکر با استویوزید-ایزومالت ، ۰/۱۸ درصد آزیوش و دمای پخت ۸۷ درجه سانتی‌گراد پیشنهاد گردید. نتایج بهینه پیشنهادی نرم افزار(دانسیته ۰/۸۹ گرم بر سانتی مترمکعب و سفتی ۲۹/۸۹ نیوتن) با نتایج واقعی در روز اول تولید محصول (دانسیته ۰/۸۸ گرم بر سانتی مترمکعب و سفتی ۳۰/۴۹ نیوتن) توسط آزمون t-test جفت شده در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت و تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P<0.05$).

۳-٤- مقایسه میزان پروتئین، چربی، قند، آهن و اسید آسکوربیک نمونه بهینه با نمونه شاهد

بررسی و مقایسه ویژگی‌های کیفی نمونه بهینه و نمونه شاهد در جدول ۵ بیانگر افزایش معنی‌دار ۱۵۴ درصدی پروتئین و ۱۸۰۰ درصدی چربی نمونه بهینه نسبت به نمونه شاهد است($P<0.05$). درصد قند کل نمونه بهینه نسبت به نمونه شاهد ۳۰/۵ درصد کاهش یافته است($P<0.05$). نتایج جدول ۵ همچنین نشان داد که مقدار آهن نمونه بهینه نسبت به نمونه شاهد افزایش ۷۷۰ درصدی را نشان داده است($P<0.05$)، چرا که برگ‌های گیاه آزیوش منبع غنی

از آهن محسوب می‌شود (۱۲). استفاده از استویوزید و آزیوش در فرمول گز تأثیر به‌سزایی بر محتوی ویتامین سی آن نداشته است ($P>0.05$). آزیوش محتوی ۶-۵ درصد پروتئین و منبع غنی از اسید آمینه‌های ضروری، چربی و عناصر معدنی، به ویژه فسفر و آهن به ترتیب ۱۱۰ و ۱۱/۶ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم می‌باشد (۱۹). لذا، استفاده از آن در فرمول گز سبب افزایش معنی‌دار محتوی پروتئین، چربی و آهن گردید($P< 0.05$) هرچند افزایش قابل توجهی در میزان ویتامین سی محصول نهایی ایجاد نکرده است. کاهش درصد قند کل نمونه بهینه نسبت به نمونه شاهد را می‌توان به کاهش میزان ساکارز گز رژیمی نسبت داد. عدم وجود تفاوت معنی‌دار میان نمونه بهینه و نمونه شاهد از نظر ویتامین سی را می‌توان اینگونه توضیح داد که با وجود مقادیر قابل ملاحظه این ویتامین در آزیوش(۹۵ میلی‌گرم در هر صد گرم)، به‌علت حساسیت و ناپایداری بالای آن به شرایط تولید و فرآوری گز (دما، اکسیژن، نور، نیروی مکانیکی و برش)، در حین فرایند تولید، اکسید و تخریب شده است(۲۱).

جدول ۵- مقایسه ویژگی‌های شیمیایی و دانسیته نمونه بهینه و نمونه شاهد در روز ٤٥ نگهداری

نمونه	ویتامین سی (میلی‌گرم در	آهن (میلی‌گرم در	قندکل (درصد)	چربی (درصد)	پروتئین (درصد)
بهینه	۰/۹۸±۰/۱^{a}	٤٦/٨٤±۰/۹^{a}	٥٤/۱۱±۰/۲۱۳^{b}	۰/۲۳±۰/۰۲٥٧^{a}	۱/٥۰±۰/۱٥٨^{a}
شاهد	۰/۹۹±۰/۲^{a}	٥/۳٨±۰/۳۳^{b}	۷۰/٦٤±۰/۳۳^{a}	۰/۰۱۲±۰/۰۰۷^{b}	۰/٥۹±۰/۱۱٥^{b}

حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها است ($P<0.05$)

۳-۵- مقایسه دانسیته و ویژگیهای بافتی نمونه بهینه و شاهد در مدت زمان ماندگاری ٤٥ روزه

نتایج جدول۶ نشان داد که دانسیته نمونه بهینه و نمونه شاهد در روز تولید و پانزدهمین روز پس از تولید، اختلاف معنی‌داری نداشت($P>0.05$). اما اختلاف معنی‌داری بین دانسیته نمونه بهینه و شاهد در روزهای ۳۰ و ۴۵ روز پس از تولید مشاهده گردید بطوری که دانسیته نمونه بهینه کمتر از نمونه شاهد گزارش شد($P<0.05$). دانسیته یکی از خواص بیوفیزیکی‌مواد غذائی تلقی میشود که میتواند بافت و احساس دهانی آنها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. فرآوری میتواند دانسیته مواد غذائی را با ورود هوا به فرمولاسیون تحت تأثیر قرار دهد. هوادهی در دمای بالاتر عملیات پخت در نمونه بهینه ۸۷ درجه سانتی‌گراد نسبت به نمونه شاهد ۷۵ درجه سانتی‌گراد بهتر صورت می‌گیرد و سبب افزایش حجم و کاهش دانسیته بدون افزایش وزن گز نمونه بهینه شده است(۳). ارزیابی بافت نمونه‌ها نشان داد که میزان سفتی و قابلیت جویدن نمونه بهینه و نمونه شاهد در طی دوره نگهداری ۴۵ روزه تغییر محسوسی نکرده است ($P>0.05$). پیوستگی و صمغیت در نمونه بهینه نسبت به نمونه شاهد با افزایش دوره نگهداری افزایش معنی‌دار مشاهده شد($P<0.05$). سفتی نمونه بهینه و شاهد در هر زمان نگهداری پس از تولید مقایسه شده، با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشت هم‌چنین، با افزایش زمان نگهداری هم در نمونه بهینه و هم در نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری دیده نشد($P>0.05$). چسبندگی نمونه بهینه در مقایسه با نمونه شاهد کاهش معنی‌داری داشت و حتی در نمونه بهینه با گذشت زمان نگهداری هم تغییر معنی‌داری نداشت($P>0.05$).ارتجاعیت نمونه شاهد در طول دوره نگهداری روند کاهشی معنی‌دار را نشان داد در حالی که در نمونه بهینه کاهش معنی‌داری را نشان نداد($P>0.05$). قابلیت جویدن در بین نمونه شاهد در روزهای مختلف نگهداری پس از تولید روند کاهشی غیرمعنی‌داری را نشان داد($P>0.05$) در حالی که در بین نمونه بهینه از زمان تولید تا روز سی ام پس از تولید روند افزایشی غیرمعنی‌دار و سپس تا روز چهل و پنجم پس از تولید روند کاهشی غیر معنی‌دار مشاهده گردید ($P>0.05$). مقادیر بالای

پارامترهای بافتی به ویژه سفتی در نمونه بهینه را می‌توان به سختتر بودن بافت به ویژه در بخشهای سطحی نسبت داد. بافت نوقا و فرآورده‌های قنادی مشابه مانند گز، به فاکتورهای متعددی از قبیل نسبت شکر به ایزومالت، رطوبت محصول نهائی، نسبت فاز مایع به ترکیبات جامد، نوع ترکیب کف‌کننده، دمای عملیات پخت، درجه هوادهی، دانسیته محصول، کمیت و نوع ترکیبات فرمولاسیون بستگی دارد (۱۱). مقادیر بالای پارامترهای بافتی به ویژه صمغیت و قابلیت جویدن در نمونه بهینه را می‌توان به کمتر بودن دانسیته و بیشتر بودن سطح تخلخل در نمونه بهینه در مقایسه با نمونه شاهد دانست(۱).

جدول ٦- مقایسه ویژگی‌های بافتی نمونه بهینه و نمونه شاهد در طول دوره نگهداری

نمونه	روز	دانسیته (گرم بر سانتی متر مکعب)	سفتی (نیوتن)	چسبندگی (نیوتن. ثانیه)	پیوستگی	ارتجاعیت	صمغیت (نیوتن)	قابلیت جویدن (نیوتن)
بهینه	۰	۰/۹۸±۰/۰۰۵^{ab}	٦۲/٦۷±٤۳/۱۱^{ab}	۰/۰۱±۰/۰۰۱^{b}	۰/۳۱±۰/۰۳٦^{ab}	۰/۳۱±۰/۰٤٤^{bc}	۱٤/۹۱±۱٤/٥۷^{bc}	٤/۲۷±۳/٦۲۸^{ab}
	۱٥	۰/۹٥±۰/۰۱^{bc}	۱۲٥/۱۱±٥۰/۳۷^{a}	۰/۰۱±۰/۰۰۱^{b}	۰/۲۹±۰/۰۳٤۳^{ab}	۰/۳۳±۰/۰۲٦^{bc}	۳٤/۸۸±۱۰/٤۸^{ab}	۱۱/۷۲±٤/۱۷^{a}
	۳۰	۰/۹٤±۰/۰۰٥^{c}	۱۱۷/۸۲±٥۷/۷۰^{a}	۰/۰۱±۰/۰۰۱^{b}	۰/۱۳۲±۰/۰۲۳^{a}	۰/۳۱± ۰/۰۰۸^{bc}	۳۸/٤۲±۲۱/٦۷٤^{a}	۱۱/۸۲±٦/٦٦^{a}
	٤٥	۰/۸۹±۰/۰٤۳^{d}	۱۰۳/۱٤±٥٤/۲۸^{ab}	۰/۰۱±۰/۰۰۱^{b}	۰/۲۸±۰/۰٤۸^{ab}	۰/۳۰±۰/۰۱٦^{c}	۳۰/۲۱±۱۹/٥٤۳^{abc}	۸/۹۲±٥/٥۲^{ab}
شاهد	۰	۰/۹۹۰±۰/۰۰^{a}	۳۸/۱۱±۱۷/٥۰۱^{b}	۰/۰۱٦±۰/۰۱٤^{ab}	۰/۲۲±۰/۱۱۸^{bc}	۰/٦۳±۰/۰۹٥^{a}	۱۱/۲٥±۳/۷۱^{c}	۷/۰٥±۲/۳۷^{ab}
	۱٥	۰/۹۸۷±۰/۰۰٥^{ab}	۸٤/۹٥±۹/۱۱۲^{ab}	۰/۰۰۹±۰/۰۱۱^{b}	۰/۱۲±۰/۰۳۱^{c}	۰/٤۳±۰/۱۰۷^{bc}	۱۰/٦۸±۳/۱۸^{c}	٤/۸۰±۲/۳۳۹^{ab}
	۳۰	۰/۹۸۳±۰/۰۰٥^{ab}	٦۳/۷۰±۲٦/۹٥۳^{ab}	۰/۰٤۲±۰/۰۳٤^{a}	۰/۱٤±۰/۰۰۱^{c}	۰/٤٤±۰/۱۷۲^{abc}	۸/۹۱±۳/۷٤۱^{c}	٤/۰٦±۲/٤٥٥^{b}
	٤٥	۰/۹۷۷±۰/۰۰٥^{abc}	٥۱/۳۰±۳۲/٤٤٤^{ab}	۰/۰۱۹±۰/۰۱۷۲^{ab}	۰/۱۳±۰/۰۲۲^{c}	۰/٥۰±۰/۱۷۹^{ab}	٦/۳۷±٤/۲۹٥^{c}	۳/۰۱±۱/۸۳^{b}

*حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها است ($P<0.05$)

٤-نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان داد، افزایش درصد جایگزینی شکر با استویوزید- ایزومالت در دماهای پایین پخت باعث کاهش دانسیته و در دماهای بالای پخت باعث افزایش دانسیته تیمارها شد. تغییرات سفتی بافت با افزایش درصد جایگزینی شکر با استویوزید- ایزومالت تا سطح ۵۰ درصد و آزیوش تا سطح ۰/۵ درصد ابتدا روند افزایشی و سپس کاهشی را نشان داد. نتایج بهینه‌یابی نشان داد که گز رژیمی حاوی درصد جایگزینی شکر با استویوزید- ایزومالت ۴۲ درصد و گیاه آزیوش ۰/۱۸ درصد با دمای پخت ۸۷ درجه سانتی‌گراد به عنوان نمونه بهینه کم کالری معرفی شد و نمی‌توان به‌طور کامل اقدام به حذف شکر نماییم. جایگزینی شکر با استویوزید- ایزومالت در فرمول بهینه گز رژیمی باعث کاهش قابل توجه درصد قند کل نسبت به نمونه شاهد گردید. کاربرد آزیوش در فرمول بهینه گز رژیمی باعث افزایش قابل توجه چربی، پروتئین و آهن نسبت به نمونه شاهد گردید. در مجموع جایگزینی شکر با استویوزید- ایزومالت، مصرف گیاه آزیوش در فرمولاسیون و دمای پخت ۸۵ تا ۹۰ درجه سانتی‌گراد، گز نسبتا کم کالری غنی‌شده از نظر آهن تولید نمود.

٥-سپاسگـزاری

از شرکت دانش بنیان سلامت گستران آرایان به دلیل همکاری‌های علمی و پژوهشی در راستای محقق شدن این تحقیق کمال تشکر را دارد.

٦- منابع

۱. امام جمعه، ز.، قاهری، ر. و اسدی، غ. ۱۳۸۹. بررسی اثر جایگزینی ساکارز و گلوکز با دو نوع شیرین کننده رژیمی بر خصوصیات بافتی و ریزساختار گز. *نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی*، جلد ٦، شماره ۲، صفحات ۱۳۵-۱۳۰.

۲. فتح الهی‌آقایی، م. و قرخانی، م. ۱۳۹٦. تأثیر افزودن پوسته‌ی گندم به عنوان فیبر رژیمی در ترکیب بیسکویت بر پایی آرد برنج و ارزیابی کیفیت آن. *نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی*، جلد ۱۱، شماره ۳، صفحات۷۲- ۵۹.

۳. قادری قهفرخی، م.، جعفری اصل، م.، سمیه افشاری، س.، آرش ارشادی، آ. و احمدی، م. ۱۳۹۷. بررسی اثر جایگزینی ساکارز با شربت ذرت حاوی فروکتوز بالا بر خصوصیات فیزیکوشیمیائی، بافتی و حسی گز. *علوم و صنایع غذایی*، جلد ۱۵، شماره ۸٤، صفحات ۲۸۵-۲۷۱.

٤. کدیورزاده، گ. و عبدالملکی، ف. ۱۳۹۷. بررسی اثرات جایگزینی عصاره استویا و شیره انگور بر روی فرمولاسیون، فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی تهیه و فرمولاسیون نان لایه‌ای تخمیری. *نشریه نوع‌آوری در علوم و فناوری غذایی*، جلد ۱۰، شماره ٤، صفحات ٤۱-۳۱.

۵. کلانتری، م.، فضل آرا، ع.، شریفی، ا.، بوستانی، س.، اسدالهی، س. و شکرفروش، ش. ۱۳۹٤. بررسی اثر جایگزینی شیره انجیر بر خواص فیزیکی کیک جعبه ای. *نشریه نوع‌آوری در علوم و فناوری غذایی*، جلد ۷، شماره ۲، صفحات ۱۰۷-۹۷.

٦. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳٦۷. روش اندازه‌گیری ویتامین C در شیر خشک مخصوص تغذیه اطفال. استاندارد ملی ایران ، شماره ۲۸۵۰، چاپ دوم.

۷. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۹۳. ویژگی ها و روشهای آزمون گز. استاندارد ملی ایران، شماره ۳۰۲۳ ، چاپ دوم.

8. AACC. 2000. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of the AACC, (10thed.)
9. Akesowan, A. 2009. Qualityof reduced-fat chiffon cakes prepared with erythritol-sucralose asreplacement for sugar. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(9):1383-1386.
10. Celik, I., Yilmaz, Y., Isik, F. and Ustun, O. 2007. Effect of soapwort

11. Chandan, R. C. and A. Kilara. 2010. Dairy ingredients for food processing. John
Wiley & Sons.
12. Consolacion, Y., Julius, A., Maria, S. and Chien-Chang, S. 2016. Chemical Constituents of *Corchorus olitorius* L., *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 8(12): 2085-2089.
13. Gomez, M., Ronda, F., Caballero, P.A., Blanco, C.A. and Rosell, C.M. 2007. Functionality of different hydrocolloids on thequality and shelf-life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloids*, 21(2):167-173.
14. Harison, J. and Branlett, A. 2012. Functionaly ofsucralose-maltodextrin-esomalt belends in reduced in sugar chocolate chip cookies. *Journal of Food nutrition science*, 3: 58.
15. Hojati, M., Marsia, S., Luis, N. and Angel, A. 2015. Volatile composition, texture and sensory description of Gaz (traditional Persian confection). Texture Studies, *Wiley Periodicals*, Inc.
16. Hug-Iten, S., Escher, F. and Conde-Petit, B. 2003. Staling of bread: role of amylose and amylopectinand influence of starch-degrading enzymes. *Cereal Chemistry*, 80: 654-661.
17. Maghsoudlou, Y., Ahmadi, E., Azizi, M.H., Alami, M. and Ghorbani, M. 2016. Effect of resistant starch on physical and organoleptic attributes of sponge cakes. *Food Research*, 2(26):161-174.
18. Ronda, F., Gamez, M., Blanco, C.A. and Caballero, P.A. 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality ofsugar-free sponge cakes. *Food Chemistry*, 90(4): 549-555.
19. Shitanda, D. and Wanjala, N.V. 2006. Effect of Different Drying Methods on the Quality of Jute (Corchorus olitorius L.). *Drying Technology*, 24: 95-98.
20. Yamazakia, E., Sagoa, T., Kasubuchib, Y., Imamurab, K., Matsuokaa, T., Kuritaa, O. and Nambub, H. 2013. Improvement on the freeze–thaw stability of corn starch gel by the. *Journal of Carbohydrate Polymers*, 94: 555-560.
21. Yeong-Yu, Y., Yue-Wen, W., Su-Lin, C., Shu-Ru, Z. and Chin-Kun, W. 2013. Anti-inflammatory effects of phenolic crude extracts from five fractions of *Corchorus olitorius* L.,*Food Chemistry*, 138:1008-1014.
22. Zakaria, Z.A., Zaiton, H., Henie, E.F.P., Mat Jais, A.M. and Kasthuri, D. 2006. The in vitro Antibacterial Activity of *Corchorus olitorius* Extracts. *Pharmacology and Toxicology*, 1(2):108-114.

extract on physical andsensory properties of sponge cakes and rheological properties of sponge cake batters. *Food Chemistry*, 101: 907-911.

(Original Research Paper)

Optimization of Dietary Gaz Formulation Containing Stevioside-Isomalt Sweeteners and *Corchorus olitorius* L. by Response Surface Methodology

Maryam Haftbaradaran[1], Mohammad Goli[2*]

1- MSc Graduated of Food Science and Technology, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.
2- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Laser and Biophotonics in Biotechnologies Research Center, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

Received:13/02/2020 Accepted:21/06/2020

Abstract

Sativoside is a non-calorie sweetener and 300 times sweeter than sucrose, which has many nutritional and medicinal properties, and unlike artificial sweeteners no observed adverse effect on consumer health. This study aimed to reduce the used sucrose in Gaz preparation and produced a high nutritional product by using *Corchorus Olitorius* as a rich source of potassium, iron, copper, manganese, zinc and high energy levels. The effects of different levels of sucrose replacement with stevioside-isomalt (0-100%), levels of *Corchorus olitorius* (0-1%) and cooking temperature (70-90 °C) on the density and hardness of Gaz and consequently, in the 45-day period tests, the optimal sample with control in terms of density and textural properties (hardness, adhesion, cohesiveness, springiness, gumminess and chewiness) were investigated. Formulation optimization of enriched dietary Gaz was performed by response surface methodology (RSM) in the form of a central composite design with six central points and two replications (α=2) in other points. In optimum condition, the results of physicochemical and textural properties were analyzed by SPSS software. The density of the treatments with increasing the percentage of sucrose replacement with stevioside-isomalt, decreased and increased at low and high cooking temperatures, respectively. An increase in density was observed in high amounts of *Corchorus olitorius*. The use of high amounts of stevioside-isomalt and *Corchorus olitorius* reduced the Gaz hardness. The optimal formula of Gaz was introduced including 42% sucrose replacement with stevioside-isomalt, 0.18% *Corchorus Olitorius* and cooking temperature of 87°C. Based on the results, the qualitative characteristics of diet Gaz containing *Corchorus Olitorius* were significantly improved in terms of protein, fat, and iron content ($P< 0.05$).

Keywords: Dietary Gaz, *Corchorus olitorius*, Stevioside-Isomalt, Textural Properties, Response Surface Methodology.

*Corresponding Author: Mgolifood@yahoo.com