نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۹، ص. ۱۳۵-۱۳۰

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 6, No. 2, Summer, 2010, p. 130-135

بررسی اثر جایگزینی ساکارز و گلوکز با دو نوع شیرین کننده رژیمی بر خصوصیات بافتی و ریز ساختار گز

زهرا امام جمعه[1*]- رسول قاهری[2]- غلامحسن اسدی[3]

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۲۸
تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۱۵

چکیده

در این تحقیق به بررسی اثر جایگزینی ساکارز و گلوکز با شیرین کننده های رژیمی بر خواص فیزیکی محصول گز پرداخته شد. در این بررسی شیرین کننده های رژیمی سوربیتول و ایزومالت بجای گلوکز و شکر در تولید گز رژیمی استفاده شده، بررسی بافت گز توسط دستگاه بافت سنج اینسترون و مشاهده ریز ساختار با استفاده از میکروسکوپ الکترونی انجام گرفت، نتایج ارزیابی بافت نشان دادند که بیشترین شباهت را نمونه حاوی ۲۵٪ سوربیتول و ۶۵٪ ایزومالت نسبت به نمونه شاهد دارا می باشد و افزایش سطح سوربیتول باعث افزایش نرمی بافت می شود. در بررسی ریزساختار بافت مشخص شد که بافت گز معمولی دارای حباب های هوای زیادی در درون خود می باشد که باعث کمتر شدن دانسیته آن نسبت به نمونه رژیمی شده، در جایگزینی با قندهای رژیمی این حباب های هوا مشاهده نشد و همین امر باعث افزایش دانسیته محصول نسبت به نمونه شاهد است که علت آن را می توان به خواص کاری سوربیتول از جمله خاصیت روان کنندگی و نرم کنندگی آن نسبت داد.

واژه های کلیدی: گز، شیرین کننده های کم کالری، سوربیتول، ایزومالت، بافت

مقدمه [21]

گز یکی از فرآورده‌های غذایی سنتی ایران است که به جهت پاره‌ای ویژگی‌ها، در عرصه محصولات غذایی جهان منحصر بفرد می‌باشد. در تولید گز از هیچ نوع ماده و افزودنی‌های مصنوعی و غیرطبیعی استفاده نمی‌شود. افزودنی سنتی و معروف این محصول، مان طبیعی به نام گز انگبین می‌باشد که به علت کاهش چشم‌گیر برداشت آن درسالهای اخیر با مان‌های مشابه مثل ترنجبین و شیرخشت جایگزین گردیده است. چون تمامی مان‌های طبیعی مصرفی در گز از فرایند گزیدن ساقه‌های شیره‌دار درختچه‌هایی نظیر (*Papilianaceae*) *Alhagi Pseudoalhagi* و *Astragalus* (*Papilianaceae*) *adscendens* توسط چند نوع حشره با نامهای علمی *Psylla Csylla – Larinus* ایجاد می‌شود، نام گز که بن مضارع از مصدر گزیدن است برای این محصول انتخاب شده است (۱و ۵). ترکیبات گز تفاوت مشخصی با سایر شیرینی‌ها و تنقلات مشابه دارد. در تهیه گز از انواع روغن، نشاسته و آرد استفاده نمی‌شود، گز از نظر مدت زمان نگهداری نیز در جایگاه ویژه‌ای قرار دارد، کمتر محصول غذایی را بدون استفاده از مواد سنتتیک نگهدارنده می‌توان ماه‌ها با حفظ کیفیت نگهداری نمود. امروزه گز که روزی هدیه منحصر به فرد شهر اصفهان بود به عنوان محصول سنتی ایران در بسیاری از بازارهای جهان شناخته شده است (۶).

با تغییر فرهنگ زندگی و کم شدن تحرک بدنی انسان‌ها و بروز مشکلاتی نظیر چاقی، فشار خون و... از یک طرف و شیوع بیماری‌هایی از قبیل دیابت از طرف دیگر مشکل استفاده از ساکارز و مشتقات آن نظیر گلوکز در تولید محصولات غذایی برای اقشار فوق‌الذکر روز بروز مشهودتر گشته و لزوم توجه به حل این مشکل جدی‌تر شده است. امروزه بسیاری از شیرین کننده های جایگزین، مانند پلی الها در فرمولاسیون غذاهای بدون قند مورد استفاده قرار می گیرد، مزایای مصرف این ترکیبات، میزان کالری کم و طعم طبیعی آنها می باشد، به علاوه اکثر این پلی الها بر خلاف شیرین کننده های

۱. دانشیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه تهران
(* نویسنده مسئول: (Email: emamj@ut.ac.ir
۲ و ۳ به ترتیب کارشناس ارشد و استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران

غیر رژیمی مانند شکر، گلوکز و لاکتوز، می تواند بدون افزایش قند خون و اسید لاکتیک، توسط افراد دیابتی مورد استفاده قرار گیرد، از این گذشته مشخص شده پلی الها دارای خواص کاربردی و تکنیکی مناسب در تهیه محصولات غذایی می باشند (۱۷). ایزومالت یکی از پلی الهای منحصر به فرد در این زمینه می باشد. این ترکیب از ساکاروز طی دو مرحله بدست می آید ابتدا ساکاروز طی واکنش آنزیمی به ایزومالتولوز (6-O-α-D-glucopyranosido-D-fructose) که یک دی ساکارید احیاء کننده است تبدیل می شود، ایزومالتولوز حاصله در حضور عامل احیا کننده نیکل هیدروژنه شده و به ایزومالت تبدیل می شود که خود متشکل از دو ایزومر بنامهای 6-O-α-D-glucopyranosido -D-Sorbitol (1.6GPS) و 1-O-α-D-glucopyranosido-D-mannitol – dihydrate (1,1,GPM-dihydrate) می باشد. ایزومالت براحتی در روده کوچک متابولیزه نمی شود، هر گرم از آن فقط دو کیلوکالری انرژی تولید می کند و این برای افرادی که نیاز به انرژی کمتری دارند، مفید است (۱۶ و ۷). سوربیتول یکی دیگر از قندهای الکلی است که بطور وسیعی در طبیعت یافت می شود، در صنعت سوربیتول از هیدروژنه کردن گلوکز در مجاورت کاتالیزور نیکل فعال بدست می آید. انرژی موجود در سوربیتول ۲/۶ کیلوکالری انرژی می باشد، این ترکیب بطور کامل توسط بدن انسان جذب نمی شود و در مقایسه با کربوهیدرات ها، جذب سوربیتول از روده بسیار کند است درجه نسبی انتقال فعال گلوکز برابر ۱۰۰ و برای سوربیتول ۱۰ می باشد که پس از مصرف سوربیتول، میزان آن در خون و نسوج قابل اغماض می باشد (۳ و ۸). در امریکا و کانادا روی برچسب غذاهای حاوی پلی الها باید میزان کالری ذکر شود و نباید بیشتر از دو کیلوکالری در گرم باشد در اروپا متوسط انرژی در هر گرم از پلی الها حداکثر تا ۲/۴ کیلوکالری مجاز است (۴).

یکی از خصوصیات مهم گز بافت منحصر به فرد آن می‌باشد، با توجه به استفاده از سفیده تخم‌مرغ که به صورت کف در تولید گز مصرف می‌شود، می‌توان این محصول را جز شیرینی‌های حجیم شده طبقه‌بندی کرد، بنابراین حفظ خصوصیت بافتی گز در تولید نوع رژیمی آن باید مورد توجه قرار گیرد، لذا در این تحقیق به بررسی و مقایسه خصوصیات بافتی دو نوع گز رژیمی و معمولی پرداخته شده است.

مواد و روش ها

تهیه نمونه‌ها

نمونه گز معمولی با استفاده از روش غیرمداوم (۱۰۰۰گرم) مطابق با استاندارد ۳۰۲۳ ملی ایران با فرمول: ۴۵٪ گلوکز، ۳۵٪ شکر، ۲٪ مان ترنجبین، ۸٪ سفیده تخم مرغ، ۱۰٪ گلاب، در نظر گرفته شد. ابتدا گلوکز، شکر، آب، گلاب و ترنجبین با هم مخلوط شده و در دمای ۱۲۶ درجه سانتی‌گراد در یک مخزن دارای همزن بمدت حدود دو ساعت مرتباً هم زده شد، سپس سفیده تخم‌مرغ زده شده و بصورت کف سفیدرنگ به شربت بدست آمده در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد اضافه شد و تا رسیدن کامل گز هم زدن ادامه یافت (۴).

جهت تهیه گز رژیمی بجای گلوکز از سوربیتول در سه سطح (۳۵٪ -۳۰٪ -۲۵٪) درصد و بجای شکر از ایزومالت (۱۰٪) در سه سطح (۶۵٪ - ۶۰٪ -۵۵٪) درصد استفاده شد، و بقیه ترکیبات ثابت در گرفته شد. میزان درصد شیرین‌کننده ها بر اساس تحقیقی که جهت ساخت نوعی شیرینی حجیم شده بدون قند که از نظر ترکیب و بافت شبیه گز می باشد اقتباس شد (۹). تمام فرآیند تهیه گز رژیمی مانند تهیه گز معمولی انجام گرفت. نمونه‌های آماده شده در قالب‌های بیضی شکل ریخته و قبل از خارج کردن از قالب، نمونه‌ها برای مدت سه ساعت در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد سرد شدند. ضمنا نمونه‌ها بر اساس جدول (۱) کدگذاری شدند.

جدول ۱- میزان مصرف ترکیبات شیرین‌کننده در هر نمونه

کد نمونه	ترکیب قند نمونه (درصد)			
	ساکارز	گلوکز	ایزومالت	سوربیتول
۱	۳۵	۴۵	-	-
۲	-	-	۶۵	۲۵
۳	-	-	۶۰	۲۵
۴	-	-	۵۵	۲۵
۵	-	-	۶۰	۳۰
۶	-	-	۶۵	۳۰
۷	-	-	۵۵	۳۰
۸	-	-	۶۵	۳۵

آزمایشات بافت

در آزمایشات مربوط به بافت نمونه های گز دو آزمون نفوذ و برش توسط دستگاه بافت‌سنج اینسترون مدل (HOUNDSFILD-H5KS) ساخت کشور انگلستان در مرکز تحقیقات کشاورزی کرج انجام گرفت. در آزمون نفوذ از پروب با قطر ۱/۶ میلیمتر، نیروی دستگاه روی ۵۰۰ نیوتن و سرعت تیغه ۱۰ میلیمتر بر دقیقه تنظیم شد، ولی در آزمون برش نیروی دستگاه ۲۰۰ نیوتن و سرعت تیغه ۱۰ میلی‌متر بر دقیقه تنظیم شد. قطر تیغه ۰/۰۷ سانتی‌متر در نظر گرفته شد (۱۰).

اندازه گیری چگالی

در این تحقیق از پیکنومتر مایع ۱۵ mL برای تعیین چگالی گز و بررسی بهتر ریزساختار بافت استفاده شد، پیکنومتر شبیه یک بطری است که سوراخ کوچکی در درب خود دارد تا هوای محبوس شده در خلل و خرج ماده غذایی وسایل اضافی به بیرون از پیکنومتر خارج شود. در این روش از تولوئن ($C_6H_5CH_3$) به عنوان مایع درون پیکنومتر به کار برده شد. هر آزمایش در سه تکرار انجام گرفت (۱۰).

میکروسکوپ الکترونی روبشی[1]

میکروسکوپ الکترونی روبشی مورد استفاده در این تحقیق ساخت شرکت فیلیپس از کشور هلند (مدل XL30) بود که در دانشگاه تربیت مدرس این تصویر برداری انجام گرفت. برای تثبیت بافت، ابتدا نمونه‌ها در نیتروژن مایع در مدت یک دقیقه منجمد شدند سپس روی یک پایه مسی قرار داده شدند. برای جلوگیری از ایجاد بار ساکن[2] با نشاندن لایه نازکی از طلا و یا کربن سطوح نمونه‌های غیر هادی هدایت الکترونی پیدا می کند و الکترونها سطحی دفع می‌شوند و این مشکل حل می شود و وضوح تصاویر نیز بهبود می‌یابد. ولتاژ مورد استفاده ۱۵kV و وضوح تصاویر ۱۰۰۰x در نظر گرفته شد (۱۰).

آنالیز آماری

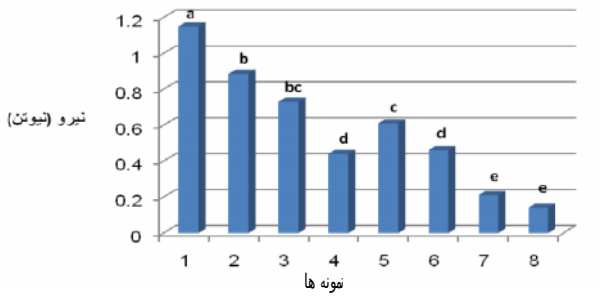
آزمایشات همه در سه تکرار در قالب طرح بلوک تصادفی مورد بررسی قرار گرفت، و برای تشخیص اختلافات معنی‌دار بین داده‌های نمونه ها از آزمون دانکن چند دامنه در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. برای این منظور از نرم‌افزار تخصصی Mini Tab به عنوان ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

ارزیابی نتایج بافت تیمارها

آزمون نفوذ

در واقع با این آزمایش، میزان نیروی مورد نیاز برای وارد کردن یک سمبه یا میله[3] داخل ماده غذایی اندازه گیری می‌شود. سختی بافت نسبت مستقیمی با بزرگی نیروی لازم دارد (۱۳). در شکل (۱) بیشینه نیروی لازم برای نفوذ در هر نمونه به عمق ۰/۵ میلی متر بصورت ستونی مورد مقایسه قرار گرفته است. همانطور که در نمودار مشخص است بیشترین نیروی لازم برای نفوذ مربوط به نمونه شاهد یا نمونه فاقد قند رژیمی می باشد. که نیروی معادل ۱/۱۵ نیوتن نیاز دارد و در واقع بیان کننده سفت‌تر بودن این تیمار نسبت به دیگر تیمارها می‌باشد. کمترین نیروی لازم نیز مربوط به نمونه شش بود. از نظر آماری تمامی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. این نتایج نشان می‌دهند که تغییر در مقدار شیرین‌کننده‌ها باعث تغییر در نرمی بافت تیمارها شده و در واقع باعث نرم شدن بافت گز می‌شود. با توجه به اینکه نرمی یک صفت مطلوب در بافت گز می‌باشد، این نتایج نشان می‌دهند که تغییر نوع قندها در این ماده غذایی نه تنها از کیفیت محصول نکاسته، بلکه در برخی موارد باعث افزایش قابل قبول مطلوبیت آن از نظر برخی صفات شده است (۲). بررسی ها نشان می دهد وجود سوربیتول در مواد غذایی باعث افزایش میزان ماندگاری و نرمی بافت می شود (۱۲). مقایسه نمونه‌های حاوی قند رژیمی نسبت به یکدیگر نشان می‌دهد که افزایش میزان سوربیتول باعث نرمی بیشتر بافت (برای مثال نمونه‌های ۲، ۳، ۴) و افزایش ایزومالت باعث سفتی بافت (برای مثال نمونه های ۲، ۶، ۸) می‌گردد (۱۵).



شکل ۱ بررسی اثر نیروی نفوذ بر نمونه‌های گز

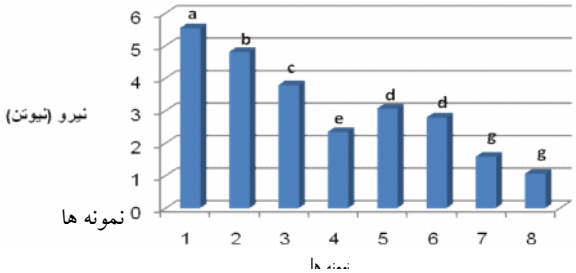
(حروف یکسان نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۹۵٪)

آزمون برش

در مواد غذایی از مفهوم برش که به معنی هرگونه عمل بریدن که سبب دوتکه شدن نمونه می‌شود، استفاده می شود (۱۳). با پائین آوردن تیغه به سمت نمونه، تا حدودی نمونه فشرده شده و شکل سطح مقطع به شکل سوراخ تیغه در می‌آید و در نهایت نمونه تمام فضای در دسترس را پر می‌کند. به نظر می‌رسد که اساس عمل بریدن با دستگاه اینسترون، کششی بوده چرا که نمونه از اطراف توسط تیغه کشیده می‌شود. با این وجود اساساً یک الگوی پیچیده تنشی اتفاق می‌افتد که ترکیبی از کشش، فشار و برش می‌باشد (۱۳و ۱۱). در شکل (۲) بیشینه نیروی لازم برای برش هریک از تیمارهای مختلف آورده شده است. همانطور که در آزمایش نفوذ نیز مشخص شد بیشترین نیروی لازم برای برش نمونه ها مربوط به تیمار شاهد می‌باشد که نسبت به تمامی تیمارهای دیگر دارای اختلاف معنی‌دار از

1- Scanning Electron Microscopy
2- Charging effect
3- probe

لحاظ آماری می‌باشد و کمترین آن مربوط به نمونه حاوی ۳۵٪ سوربیتول و ۶۵٪ ایزومالت (نمونه شماره ۸) است. بررسی بیشتر نمودار تائید کننده یافته‌های آزمایش نفوذ می‌باشد و تمامی نتایج مربوط به آن را تایید می‌کند.



شکل ۲ بررسی اثر نیروی برش بر نمونه‌های گز

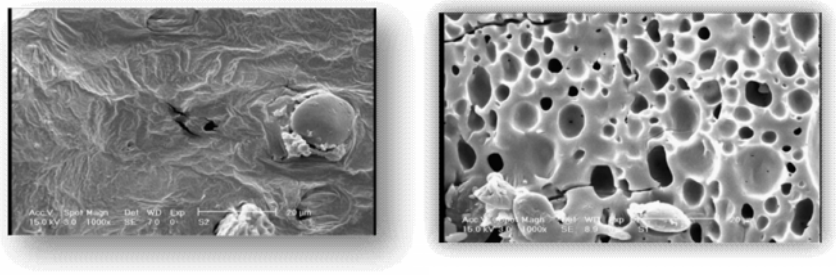
(حروف یکسان نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۹۵٪)

آنالیز ریز ساختار بافت

بافت و ظاهر گز را می‌توان تا حد زیادی با بررسی ریزساختار آن مورد مطالعه قرار داد که این ساختار متاثر از ترکیبات مورد استفاده در آن و فرآیند تولید آن می‌باشد. محصولات کمی را می‌توان یافت که در آن حباب‌های هوا در بین دیواره‌های بافت غذایی قرار گرفته باشند. وجود این حباب‌ها می‌تواند باعث کاهش دانسیته محصول، ایجاد تغییر در خواص رئولوژیکی و بافتی محصول، تغییر ظاهری محصول و ایجاد احساس دهانی متفاوت در مصرف کننده، افزایش سطح و حجم محصول، تغییر در قابلیت هضم و افزایش ماندگاری از طریق افزایش خلل و فرج در بافت گز و در نهایت ملایم کردن شدت طعم محصول مورد نظر شود (۱۳و ۱۱). وجود حفرات هوا یک بخش مهم و تاثیرگذار در محصولات حجیم شده غذایی می‌باشد، بررسی انجام شده بر روی ناگت نشان داد که این ماده غذایی یک شیرینی حجیم شده است که در آن حبابهای هوا با اندازه های متفاوت و انعطاف پذیر وجود دارد و هر سلول هوایی توسط دیواره های نازکی از یکدیگر جدا شده اند (۱۱). مشاهده ریزساختار نمونه گز شاهد (شکل ۳ الف) نشان میدهد که این ترکیب حاوی حباب‌های هوای متعددی است که توسط دیواره‌هایی از هم جدا شده‌اند. نتایج بدست آمده منطبق بر مدل اسمیت (۱۰) می‌باشد که بیان می‌کند بسیاری از محصولات شیرینی حجیم شده را می توان ترکیبی متخلخل با حباب‌های هوای بسته در نظر گرفت. عامل بوجود آورنده این حباب‌ها را می‌توان عوامل فعال سطحی پروتئین های سفیده تخم مرغ دانست که بصورت کف به شربت تهیه شده از شکر و گلوکز اضافه می‌شود و در اثر حرارت دهی ملایم به حباب های کروی شکل جامد تبدیل شده و باعث ایجاد بافتی اسفنجی در گز می شود (۳). در بررسی ریزساختار نمونه گز رژیمی (شکل ۳ ب) با وجود استفاده از سفیده تخم‌مرغ این حباب‌ها مشاهده نشد که می‌توان علت آن را در خاصیت روان کنندگی و نرم کنندگی سوربیتول جستجو کرد که به علت روان شدن و نرم شدن شربت حاوی سوربیتول بافت گز استحکام لازم جهت نگهداری حباب‌ها را نداشته و این حباب‌ها در اثر همزدن در طی فرآیند از بین می‌روند (۱۵و ۱۴).

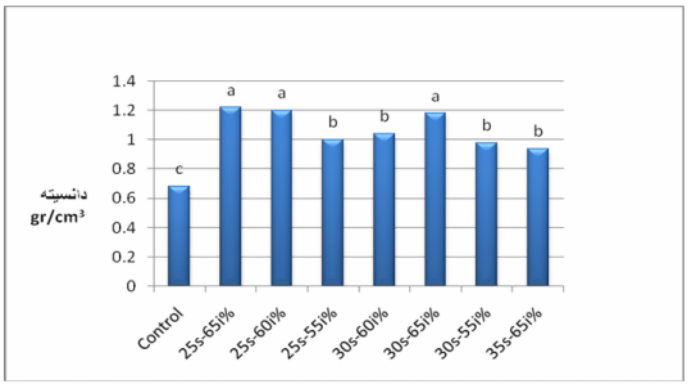
دانسیته

بررسی اثر شیرین‌کننده ها بر دانسیته نشان می‌دهد که کمترین دانسیته متعلق به نمونه شاهد و بیشترین آن متعلق به نمونه‌های حاوی (۲۵٪ سوربیتول ۶۵٪ ایزومالت) و (۲۵٪ سوربیتول ۶۰٪ ایزومالت) می‌باشد (شکل۴). این موضوع با توجه به وجود حفرات فراوان هوای دیده شده در عکس‌های میکروسکوپ الکترونی نیز قابل توجیه است، با توجه به وجود این حفرات هوا حجم یکسان ماده در نمونه شاهد دارای وزن کمتری است لذا دانسیته کمتری دارد. این ساختار هوادهی شده باعث می‌شود که دانسیته محصول حتی از دانسیته آب نیز کمتر شود و به علت همین تخلخل زیاد نمونه در اثر کشش به سرعت دچار پارگی شده و بر خلاف نمونه‌های رژیمی حالت کشسان ندارد که با اطلاعات و یافته های مربوط به ارزیابی‌های بافت مطابقت می‌کند (۱۴).



الف ب

شکل ۳ ریزساختار نمونه گز شاهد (الف)، ریز ساختار نمونه گز رژیمی (ب)



شکل ٤ بررسی اثر غلظت شیرین‌کننده‌ها بر دانسیته

(حروف یکسان نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۹۵٪)

نتیجه گیری

با توجه به ارزیابی‌های انجام شده تولید گز رژیمی با استفاده از شیرین‌کننده های ذکر شده امکان‌پذیر است، که در برخی موارد اثرات مثبتی را در بافت گز ایجاد می‌نمایند، که از جمله آن‌ها می‌توان افزایش نرمی و مدت ماندگاری را نام برد که دلیل ان خواص کاری سوربیتول می باشد که مانع از تشکیل حباب های هوا در نمونه های رژیمی و در نتیجه نگهداری بهتر رطوبت در آنها می شود. شیرین‌کننده‌های رژیمی با وجود ایجاد برخی فاکتورهای مثبت، اثرات منفی نیز بر بافت گز دارند که جلوگیری از ایجاد حباب هوا از جمله موارد منفی آن می‌باشد. البته می‌توان این مشکل را با استفاده از موادی مثل صمغ ها که موجب استحکام بخشیدن به بافت گز می‌شود، برطرف نمود، بنابراین لازم است تحقیقات بیشتری در این زمینه انجام گیرد.

منابع

۱ رفیعی علوی. ۱۳۵۵. بررسی شیمیایی مواد آلی غیر قندی موجود در گز علفی، پایان نامه دکترای داروسازی، صفحات ۹۳ تا ۱۰۱.

۲ قاهری، ر. امام جمعه، ز. اسدی، غ. ۱۳۸۹. بررسی اثر جایگزینی دو نوع شیرین کننده رژیمی برخصوصیات رئولوژیک و بافتی گز. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. صفحات ۷۱ تا ۷۵.

۳ فاطمی، ح. ۱۳۷۸. شیمی مواد غذایی. انتشارات تهران.

۴ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.۱۳۸۳. ویژگی ها و روشهای آزمون گز با گزانگبین. استاندارد ملی ایران، شماره ۳۰۲۴ چاپ اول.

۵ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.۱۳۷۶. ویژگیها و روش آزمون گزانگبین. استاندارد ملی ایران، شماره ۳۶۱۹، چاپ اول، ۱۳۷۶.

۶ هاشمیه انارکی، ا. ۱۳۵۵. بررسی شیمیایی مواد آلی گز خوانسار. پایان نامه دکترای داروسازی.

7- Berschauer. F. 1985. Isomalt as a reduced-calorie bulk sweetener. Food Chemistry 16: 3-4, 243.

8- Brunzell JD. 1978. Use of fructose, xzytol, sorbitol as a sweetener in diabetes mellitus. Diabetes care. 40-42.

9- Bunick, Frank J. (Budd Lake, NJ), Hutchinson, Sheryl A. (Lake Hiawatha, NJ), Cifrese, Ralph (Morristown, NJ). 1987. Soft, sugarless aerated confectionery composition. Warner-Lambert Company (Morris Plains, NJ).

10- Decker, N.R. and Ziegler, G.R. 2003. Mechanical Properties of Aerated Confectionery. Department of Food Science, University Park.

11- Kilcast. D. 2004. Texture in food Volume 2: Solid foods, Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC. 203-230.

12- Georgia Mantzari, Stylianos N. Raphaelides, Stylianos Exarhopoulos. 2010. Effect of sorbitol addition on the physicochemical characteristics of starch–fatty acid systems. G. Mantzari et al. / Carbohydrate Polymers 79. 154–163.

13- Malcolm C. Bourne. 2002. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. Publisher: Academic Press. P: 102-112.

14- Renwick. A.G. 2008. The use of a sweetener substitution method to predict dietary exposures for the intense

sweetener rebaudioside A. Food and Chemical Toxicology, 46: S61–S69.
15- Stefan K. Baier, D. Julian McClements. 2003. Impact of sorbitol on the thermostability and heat-induced gelation of bovine serum albumin. Biopolymers and Colloids Research Laboratory, Department of Food Science, University of Massachusetts, Amherst, MA 01003, USA.
16- Thiébaud. D. Jacot. E, Schmitz. H, Spengler. M, Felber. J. P. 1984. Comparative study of isomalt and sucrose by means of continuous indirect calorimetry. Metabolism, 33: 808-813.
17- Wang,Yeu Ming,Van Eys Jan. 1981. Nutritional significance of fructose and sugar alcohols.. Annu-Rev-Nutr. Palo Alto, Calif: Annual Reviews, 437–475.