(مقاله پژوهشی)

بررسی امکان تولید کماج رژیمی بر پایه شیرین کننده استویا

آتوساکوکبیان[۱]، امیر دارائی گرمه‌خانی[۲*]، سولمازصارم نژاد[۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و فناوری‌های نوین، واحد علوم دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده فنی و منابع طبیعی تویسرکان، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

۳- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم و فناوری‌های نوین، واحد علوم دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۰۶/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۱۷

چکیده

در دهه‌های اخیر با افزایش آگاهی مصرف کنندگان از ارتباط بین رژیم غذایی و سلامتی، مصرف غذاهای کم کالری رواج یافته است. شیرین کننده‌های سنتتیک و غیر مغذی می‌توانند به عنوان جایگزین شکر در فرآورده‌های غله‌ای مورد استفاده قرار گیرند و بر روی رنگ، طعم و بافت محصول نهایی تأثیرگذار باشند. هدف این پژوهش تولید کماج بر پایه شیرین کننده استویا و یافتن شرایط بهینه نسبت شیرین کننده جهت بهبود مدت زمان ماندگاری و دست‌یابی به محصولی با خواص کیفی مناسب بود به طوری که گلیکوزیدهای استویا در سه نسبت مختلف (صفر (شاهد)، (۵۰ درصد) RS-050 و (۱۰۰ درصد) RS-100) به عنوان جایگزین ساکاروز در فرمولاسیون کماج مورد استفاده قرار گرفت. در طی دوره نگهداری مقدار رطوبت، حجم مخصوص، پارامترهای رنگ و آنالیز پروفایل بافت نمونه‌های تولیدی در روزهای ۱ و ۳ پس از پخت، اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تفاوت معنی داری بین حجم نمونه‌های کماج رژیمی تولیدی و نمونه شاهد وجود داشت به‌صورتی‌که نمونه شاهد ارتفاع کمتری نسبت به سایر نمونه‌ها داشت ($p\leq۰/۰۵$). از نظر پارامتر رنگی L بین نمونه شاهد و سایر نمونه‌ها اختلاف معنی دار بوده و نمونه کماج RS-100، رنگ پوسته روشن‌تری داشت ($p\leq۰/۰۵$). نتایج آنالیز بافت نشان داد که نمونه RS-050 نسبت به نمونه RS-100 بافت نرمتری داشت ($p\leq۰/۰۵$). در ارتباط با میزان شیرینی، ارزیاب‌ها نمونه RS-050 را ترجیح دادند و این نمونه پس از نمونه شاهد دارای بیشترین میزان پذیرش کلی بود. در نهایت نمونه RS-050 به عنوان نمونه بهتر شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: جایگزین ساکاروز، کماج، گلیکوزیدهای استویا.

* مسئول مکاتبات: amirdaraey@yahoo.com

۱- مقدمه

در دهه‌های اخیر بالا رفتن آگاهی‌مصرف‌کنندگان از ارتباط میان رژیم غذایی و سلامتی موجب شده که بشر به دنبال مصرف غذاهای کم‌کالری باشد. یکی از راه‌های کاهش کالری‌موادغذایی، جایگزین کردن شکر با شیرین‌کننده‌های غیرمغذی‌بوده که‌این‌امربه‌منظورکاهش انرژی دریافتی،کنترل وزن بدن و پیشگیری از بروز بیماری‌های گوناگون انجام می‌گیرد (۱۴، ۶). بیماری دیابت یک اختلال متابولیک در بدن است که در این بیماری توانایی تولید انسولین در بدن از بین می‌رود و یا بدن در برابر انسولین مقاوم شده و بنابراین انسولین تولیدی نمی‌تواند عملکرد طبیعی خود را انجام دهد. با توجه به اینکه در ایران شیوع بیماری دیابت نوع ۲ بیش از ۱/۵ میلیون نفر برآورد شده است، متأسفانه عادت‌های غلط غذایی منجر به محروم شدن این دسته از افراد از یک زندگی عادی می‌شود (۸). با شناخته شدن قندهای استویا و با عنایت به این موضوع که استفاده از این ترکیب در رژیم غذایی افراد دارای بیماری دیابت یا هایپرگلایسمی حائز اهمیت بوده و همچنین عدم تأثیر آن بر پوسیدگی دندان و عدم نقش کالری زایی آن باعث گردید که کاربرد آن نیز در محصولات غذایی رژیمی جهت تولید محصولی سالم و کم‌کالری رایج شود. این امر منجر به ترغیب صاحبان صنایع نسبت به شناخت و کاربرد این ترکیب‌گردیده است. به‌صورتی‌که شرکت کوکاکولا و کارگیل از عصاره استویا رابادینا برتونی[1] در محصولات آشامیدنی خود بهره گرفتند و امتیاز نام تجاری رابادینا را برای محصولات رژیمی شرکت خود به ثبت رساندند (۷). استویا شامل گلوکوزیدهایی مانند استویوزید، ربادیوزید A-B-C-D-E-F و دولکوزید A بوده که برگ‌های آن حدود ۴۰۰-۲۰۰ مرتبه شیرین‌تر از ساکاروز است (۱۳). استویوزید ۳۰۰ مرتبه شیرین‌تر از ساکاروز بوده و ربادیوزید A۴۰۰ مرتبه شیرین‌تر از آن می‌باشد. ربادیوزیدAواستویوزید فراوان‌ترین ترکیب موجود در گیاه استویا بوده و استویو بیوزید و ربادیوزید B از طریق هیدرولیزدرحین‌استخراج‌حاصل‌می‌شوند.بقیه گلوکوزیدهای استویول (مثل دولکوزید A و ربادیوزیدC) در مقادیر ناچیزی وجود دارند.گلوکوزیدهای استویول علاوه بر اینکه شیرین‌کننده طبیعی‌هستند،دارای خواص عملکردی و حسی بالاتری نسبت به شیرین‌کننده‌های با پتانسیل شیرین‌کنندگی بالای‌دیگرمی‌باشد. برگ‌های استویا می‌تواند هم به صورت تازه و هم به صورت خشک مورد استفاده قرار گیرد (۱۵ و ۱۳). شیرینی کماج همدان دارای قدمتی طولانی بوده و به عنوان رهاورد بی‌نظیر این استان و شیرینی‌های سنتی غرب کشورقابل‌ذکراست به‌صورتی‌که مورد ثبت‌ملی سوغاتی‌های سنتی ایران قرار گرفته است. لذا این تحقیق در راستای معرفی و ترویج نوع سازگار آن با رژیم غذایی کم کالری تلاش خواهد نمود. تحقیقات مختلفی در ارتباط با کاربرد شیرین کننده استویا در محصولات مختلف به خصوص محصولات بر پایه غلات صورت گرفته است که در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرند.والتر و همکاران (۲۰۱۰) استفاده از روش ترکیبی شکر با استویوزید در تولید محصولات آردی نظیر کیک و کلوچه را مورد بررسی قرار دادند و صفات مختلفی نظیر نرمی، حجم و کاهش رطوبت در حین پخت را ارزیابی نمودند.کلوچه‌های‌حاوی شکر و استویوزید به نسبت ۵۰:۵۰ نرم‌تر از سایر نمونه‌ها بودند. همچنین نتایج نشان داد که استویوزید می‌تواند تا حد رضایت بخشی در چنین محصولاتی استفاده شود هرچند کیک‌های حاوی ۱۰۰ درصد شیرین کننده استویوزید نسبت به سایر فرمولاسیون‌ها از نرمی کمتری برخوردار بودند ($p\leq ۰/۰۵$) (۱۵). مانیشا و همکاران (۲۰۱۲) مطالعه‌ای بر روی ایجاد تعامل بین استویوزید، سوربیتول مایع، هیدروکلوئیدها و امولسیفایرها به منظور جایگزینی شکر در کیک انجام دادند. نتایج نشان داد که با کاهش درصد شکر، رطوبت افزایش می‌یابد در حالی که حجم و حجم مخصوص کاهش می‌یابد. نتایج نشان داد که با کاهش شکر در فرمولاسیون، رنگ محصول روشن‌تر شد و کیک‌های تولیدی با استویوزید و سوربیتول مایع، مقدار ساکاروز کمتری در مقایسه با نمونه کیک شاهد (حاوی شکر) داشتند لذا به عنوان محصول کم کالری معرفی‌گردیدند (۱۲). لوترپ(۲۰۱۲) در تحقیقی تأثیر جایگزینی ساکاروز با ربادیوزید و اریترول بر ویژگی‌های

1- *Stevia Rebaudiana Bertoni*

حسی و فیزیکوشیمیایی کیک شیفون را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها حاکی از این مسئله بود که رطوبت نمونه، حجم و وزن مخصوص با یکدیگر تفاوت معنی داری نشان ندادند. نتایج آزمون بافت سنجی آن‌ها نیز نشان داد که کیک‌هایی که در آن‌ها به میزان ۲۵ و ۵۰ درصد کاهش میزان ساکاروز لحاظ شده بود نسبت به کیکی که در آن ۱۰۰ درصد ساکاروز کاهش یافته بود تردتر بودند (۱۱). از آنجا که قند استویا بر خلاف قندهای الکلی نظیر سوربیتول در درجه حرارت بالاپایدار هستند و خاصیت شیرین‌کنندگی خود را از دست نمی‌دهد، می‌توان آن را جایگزین مناسبی برای شکر معرفی نمود (۸) همچنین با توجه به اینکه ۲ گرم از شیرین کننده‌ی استویا جایگزینی وزنی معادل ۱ کیلوگرم شکر می‌گردد، این پژوهش از نظر اقتصادی نیز قابل توجیه می‌باشد (۷). بنابراین معرفی مزایای استفاده از ترکیبات استحصال‌شده از استویا به کارخانجات تولید کننده موجب می‌گردد تا علاوه بر مصرف کنندگان، صاحبان صنایع نیز از فواید اقتصادی این ترکیبات طبیعی برخوردار گردند. با عنایت به مزایای سلامتی بخش و اقتصادی استفاده از گیاه استویا، این تحقیق با هدف بررسی و بهینه سازی تولید کماج رژیمی بر پایه شیرین کننده استویا انجام شد.

۲- مواد و روش‌ها

مواد اولیه مورد استفاده در تهیه کماج شامل آرد نول با درجه استخراج ۷۵ درصد (از شرکت آرد سینا)، پودر نانوایی[1] (شرکت برتر)، شکر (از کارخانه قند هگمتان)، ماست (از شرکت آویسا)، روغن (از شرکت اویلا)، زرده تخم مرغ (شرکت تلاونگ)، زعفران (شرکت سحرخیز)، کره (شرکت میهن) و شیرین کننده استویا (ربادیوزید A) نیز از شرکت گلسار تهیه گردید. در ابتدا به منظور کاهش سعی و خطا و با استفاده از طرح مخلوط ۳ نمونه کماج بهینه سازی شده (توسط نرم افزار Design Expert 6.0.2) با گلوکوزید استویا به عنوان جایگزین ساکاروز در سطوح (۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) انتخاب و مطابق با بخش ۲-۱ و جدول ۱ تهیه گردید. لازم به ذکر است که نسبت‌های برآورد شده با نرم افزار مبنای تهیه فرمولاسیون خمیر کماج تولیدی قرار گرفت و نمونه‌های کماج تولیدی جهت تجزیه و تحلیل نتایج با استفاده از طرح کاملاً تصادفی مورد آنالیز قرار گرفت.

۲-۱- روش آماده سازی کماج

خمیر و مواد رویه کماج بهینه سازی شده، به طور جداگانه تهیه و در نهایت با یکدیگر ترکیب شد. جهت آماده‌سازی خمیر، تخم مرغ، ساکاروز،گلوکوزید استویا، سدیم کلرید و آب‌به‌وسیله‌همزن برقی کاسه‌دار (فلیپس، مدل HR1565) به مدت ۲ دقیقه مخلوط شد. پس از افزودن آرد نول، پودر نانوایی و ماست به ترکیبات مذکور هم زدن مجدد آن‌ها (با استفاده از همزن برقی کاسه‌دار) به مدت ۴ دقیقه انجام پذیرفت. جهت آماده سازی رویه کماج، زرده تخم مرغ، کره و عصاره رقیق شده زعفران به مدت ۱۵ ثانیه با دور کند همزن، هم زده شد. سپس هم زدن ترکیب فوق با دور تند به مدت ۲ دقیقه انجام گرفت.خمیر فوق به اندازه‌های ۵۰ گرمی تقسیم و به داخل قالب از جنس تفلون نچسب با قطر ۱۲ سانتیمتر و عمق ۵/۵ سانتیمتر با رعایت فاصله مناسب گذاشته شد. در نهایت مواد رویه آماده سازی شده بر روی کماج‌ها رومال شد. پخت کماج با دمای ۱۷۷ درجه سانتی‌گراددرفرمجهز به فن (بوش، مدل CMG656RS1I) به مدت ۱۵ دقیقه انجام پذیرفت و پس از پخت کماج‌ها و ۲ ساعت زمان دهی (استراحت) با هدف خنک کردن آن‌ها، در فیلم پلی اتیلنی(شرکت پوشش البرز تهران) بسته بندی و در دمای ۲۲-۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. جدول ۱، فرمولاسیون کماج بهینه سازی شده در سطوح ۰ درصد ساکاروز کاهش یافته (نمونه شاهد)، ۵۰ درصد ساکاروز کاهش یافته (RS-050) و ۱۰۰ درصد ساکاروز یافته (RS-100)را نشان می‌دهد. مقدار ساکاروز کاهش یافته با گلوکوزیدهای استویوزید جایگزین شد.

1- Baking Powder

۲-۲- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

۲-۲-۱- رطوبت

رطوبت نمونه‌های تولیدی بر اساس AACC و طبق روش 01-44.40 انجام گرفت (۴). اندازه‌گیری مقدار رطوبت با استفاده از آون تحت خلاء (۲۰mm Hg) با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت.

جدول ۱- فرمولاسیون کماج و رویه کماج بهینه سازی شده با سطوح مختلف شیرین کننده استویا

فرمولاسیون / ترکیبات کماج	شاهد	RS-050	RS-100
ساکاروز (g)	۳۷/۰۰	۱۸/۵	۰/۰۰
گلوکوزید استویوزید (g)	۰/۰۰	۱۸/۵	۳۷/۰۰
تخم مرغ	۳ عدد	۳ عدد	۳ عدد
آب مقطر (g)	۵۰/۰۰	۵۰/۰۰	۵۰/۰۰
کلرید سدیم (g)	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰
آرد (g)	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰
پودر نانوایی (g)	٤/۰۰	٤/۰۰	٤/۰۰
ماست (g)	۸/۰۰	۸/۰۰	۸/۰۰
روغن گیاهی (g)	۲۵/۰۰	۲۵/۰۰	۲۵/۰۰
ترکیبات رویه کماج			
زرده تخم مرغ (g)	۷۵/۰۰	۷۵/۰۰	۷۵/۰۰
عصاره زعفران+ آب (g)	۱۵/۰۰	۱۵/۰۰	۱۵/۰۰
کره ذوب شده (g)	۵۰/۰۰	۵۰/۰۰	۵۰/۰۰

۲-۲-۲- آزمون رنگ سنجی

پارامترهای رنگی L، a و b با استفاده از روش پردازش تصویر اندازه‌گیری شد. برای این منظور نمونه‌های مورد نظر در شرایط نوری یکسان با استفاده از دوربین دیجیتال ۱۲ مگاپیکسل (نیکون مدل D5300 به همراه لنز ۱۴۰-۱۸ میلی‌متر VR) عکس برداری شده و با استفاده از نرم‌افزار فتوشاپ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (۹). برای رنگ سنجی سه قرائت از سه نقطه مختلف کماج بهینه سازی شده (نقطه وسط و دو لبه کناری نمونه کماج روی یک قطر آن) در دمای محیط صورت گرفت و میانگین قرائت‌ها ثبت شد. مختصات رنگی اندازه‌گیری شده در محدوده‌های زیر بود: L=۰ (سیاه) تا L=۱۰۰ (سفید)، $-a$ (سبزی) تا $+a$ (قرمزی) و $-b$ (آبی) تا $+b$ (زردی).

اختلاف رنگ کلی (ΔE) با استفاده از رابطه (۱) تعیین شد:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

پارامتررنگی L بیانگر روشنایی است و ارزش آن در محدوده صفر تا ۱۰۰ قرار دارد. پارامتر a بیانگر سبزی تا قرمزی است و از لحاظ عددی در بازه ۱۲۰- (سبز مطلق) الی ۱۲۰+ (قرمز مطلق) است. پارامتر رنگی b نشان دهنده رنگ آبی تا زرد می‌باشد و از لحاظ عددی در محدوده ۱۲۰- (آبی مطلق) تا ۱۲۰+ (زرد مطلق) است.

۲-۲-۳- آزمون بافت سنجی

جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های بافتی نمونه کماج از دستگاه آنالیز بافت (شرکت بروکفیلد، مدل LFRA، آمریکا) با سلول بارگذاری ۴۵۰۰ گرم استفاده شد. پروب مورد استفاده در این آزمون از نوع استوانه‌ای با قطر ۳۵ میلی‌متر در ثانیه و عمق نفوذ آن ۲۰ میلی‌متر انتخاب شد. به منظور ارزیابی بافت نمونه، یک قطعه ۲×۲×۲ سانتی‌متر از مرکز کماج بریده شد. پارامتر اندازه‌گیری شده در این آزمون، سفتی بافت بر حسب نیرو بود و در قالب منحنی نیرو- زمان توسط دستگاه رسم گردید (۱) که در دو نوبت، روز اول پس از پخت و روز سوم پس از پخت هر کدام در سه تکرار ارزیابی شد (شکل ۱).

۲-۲-٤- اندازه‌گیری حجم مخصوص

اندازه‌گیری حجم مخصوص به روش جابه‌جایی دانه کلزا مورد استفاده قرار گرفت (۳). به‌صورتی‌که در ابتدا حجم ظرف و کلزا را اندازه گرفته، سپس قطعه کماج را داخل ظرف خالی گذاشته و حجم اشغالی توسط دانه‌های کلزا اندازه‌گیری شد. اختلاف عدد حاصله بیانگر حجم کماج می‌باشد. جهت کاهش خطا از قسمت‌های مختلف کماج نمونه برداری شد و بر اساس رابطه ۲ حجم نمونه‌ها محاسبه و گزارش گردید.

$$S.V = \frac{V}{M}$$

۲-۲-۵- ارزیابی حسی

به منظور انتخاب بهترین نمونه، سه فرمولاسیون مختلف از کماج رژیمی بهینه سازی شده بر پایه گلوکوزیدهای استویا، توسط ۱۵ ارزیاب آموزش ندیده در دبیرستان دختران نیکو همدان مورد ارزیابی قرار گرفت. هر یک از ارزیاب‌ها به منظور توجیه ضرورت پژوهش انجام شده و آگاهی از مواد موجود در فرمولاسیون به دلیل احتمال وجود حساسیت در ارزیاب‌ها، مورد راهنمایی قرار گرفتند. هدف از انجام این آزمون، تعیین سطح مناسب جایگزینی ساکاروز با گلوکوزیدهای استویا بود. گلوکوزیدهای استویا در سه سطح (۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) به فرمولاسیون افزوده شدند. شاخص‌های حسی مورد بررسی توسط آزمون درجه بندی ۹ نقطه‌ای بر اساس میزان رنگ پوسته، تردی، شیرینی زایی، وجود پس طعم و در نهایت میزان پذیرش کلی بود.

۲-۳- تجزیه و تحلیل آماری

در ابتدا به منظور دست‌یابی به نسبت‌های بهینه جایگزینی استویا با شکر از طرح کمپلکس مخلوط استفاده شد و سه فرمولاسیون مختلف با استفاده از نرم افزار Design Expert (6.0.2) به دست آمد که این سه فرمولاسیون جهت تولید کماج رژیمی مورد استفاده قرار گرفت. به منظور تجزیه و تحلیل آماری خواص فیزیکوشیمیایی سه نمونه‌کماج تولیدی از نرم افزار SPSS 16 استفاده شد. جهت بررسی تفاوت معنی‌دار بین داده‌ها از تحلیل واریانس (ANOVA) بر اساس طرح کاملاً تصادفی در سطح احتمال ۰/۰۵ استفاده شد. مقایسه میانگین نمونه‌ها نیز با استفاده از آزمون Tukey انجام شد. کلیه آزمایشات و فرمولاسیون‌ها در ۵ تکرار صورت گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تغییرات مقدار رطوبت

نتیجه‌مقدارررطوبت‌کماج برای فرمولاسیون کماج بهینه‌سازی شده حاوی گلوکوزید استویا به عنوان جایگزین ساکاروز در سه سطح (۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) در جدول ۲ گزارش گردیده است میانگین رطوبت کماج‌ها در محدوده بین ۳۳/۳۳ ٪ و ۳۳/۰۸٪ بود و اختلاف آماری معنی داری بین نمونه‌ها از لحاظ مقدار رطوبت مشاهده نشد (p>۰۵/۰). لوتروپ (۲۰۱۲) نتایجی مشابه با پژوهش حاضر در مورد جایگزینی‌ساکاروز با ربادیوزید و اریترول و تأثیر این جایگزینی بر ویژگی‌های حسی و فیزیکوشیمیایی کیک شیفون ارائه نمود. نتایج تحقیق ایشان حاکی از این مسئله بود

که رطوبت نمونه، حجم و وزن مخصوص با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نشان ندادند و با افزایش نسبت جایگزینی ساکاروز میزان تردی کیک تولیدی کاهش یافت (۱۱).

جدول ۲- میانگین تیمار محتوای رطوبت کماج بهینه سازی شده با گلوکوزید استویا در سطوح مختلف

تیمار	میانگین رطوبت (درصد)
شاهد	۳۲/۳۳ ± ۰/۳۹ [a]
RS-050	۳۳/۲۵ ± ۰/۳۹ [a]
RS-100	۳۳/۲۵ ± ۰/۳۹ [a]

*اعداد دارای حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی داری هستند (p>۰/۰۵).

۳-۲- تغییرات حجم

تغییرات حجم کماج برای فرمولاسیون کماج بهینه سازی شده حاوی گلوکوزید استویا به عنوان جایگزین ساکاروز در سه سطح (۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) در جدول ۳ گزارش گردیده است. همان‌طور که پس از پخت مشاهده گردید، مرکز نمونه شاهد فنریت (الاستیسیته) کمتر و ارتفاع کوتاه‌تری نسبت به سایر نمونه‌ها دارد. بیوا و همکاران (۲۰۰۰) برای کیک اسفنجی حاوی ۱۰۰ درصد ساکاروز نتیجه مشابه با این گزارش را اعلام کردند. آن‌ها بیان داشتند که ژلاتینه‌شدن نشاسته نقش مهمی را در ایجاد حالت فنریت یا الاستیسیته در کیک‌اسفنجی ایفا می‌کند و وجود ساکاروز در فرمولاسیون ایجاد الاستیسیته را به تعویق می‌اندازد (۵). در پژوهش حاضر با افزایش سطح ساکاروز (کاهش سطح جایگزینی گلوکوزید استویوزید) ارتفاع یکنواخت‌تری مشاهده گردید. کاهش حجم در طی حذف شکر ممکن است به دلیل انبساط ناکافی حباب‌های هوا در طول پخت در اثر کاهش دمای ژلاتینه شدن نشاسته و دناتوراسیون پروتئین باشد که به کاهش حجم نمونه کماج منجر خواهد شد. نتایج به دست آمده با نتایج پژوهش مانیشا و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت داشت (۱۲).

جدول ۳- میانگین حجم کماج فرموله شده با شیرین کننده استویا

تیمار	میانگین (ml)
شاهد	٤/٩١ ± ۰/۰۸ [c]
RS-050	۸/٦٩ ± ۰/۰۸ [b]
RS-100	۱۱/٤٤ ± ۰/۰۸ [a]

*اعداد دارای حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی داری هستند (p>۰/۰۵).

۳-۳- نتایج رنگ سنجی

نتیجه میانگین رنگ پوسته کماج برای فرمولاسیون کماج بهینه سازی شده حاوی گلوکوزید استویا به عنوان جایگزین ساکاروز در سه سطح (۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) در جدول ۴ گزارش گردیده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش درصد جایگزینی استویوزید به جای شکر میزان پارامتر روشنایی برای محصول کماج افزایش معناداری پیدا کرده است (p<۰/۰۵). به‌صورتی‌که کماج بدون شکر، رنگ پوسته روشن‌تری داشت. نتایج پژوهش حاضر با پژوهش لوتروپ (۲۰۱۲) هم‌خوانی داشت. آن‌ها بیان داشتند کیک شیفون حاوی ۲۵ درصد ساکاروز کاهش یافته رنگ زرد بیشتری نسبت به کیک شیفون ۱۰۰ درصد شکر کاهش یافته داشت که علت آن فقدان گروه‌های احیا کننده در استویوزید A و در نتیجه عدم مشارکت در واکنش میلارد می‌باشد (۱۱). میزان اندیس قرمزی a در نمونه‌های حاوی استویوزید A به طور معنی داری کمتر از نمونه شاهد

بود (p<۰/۰۵). در سنجش پارامتر b (میزان زردی) مشاهده شد که با افزایش درصد جایگزینی مقدار شاخص b افزایش پیدا کرده است. لوتروپ (۲۰۱۲) مقادیر L، a، b برای کلوچه با جایگزینی ۱۰۰ درصد ساکاروز با استویوزید را به ترتیب ۷۸/۴۹، ۱۸/۱ و ۲۷/۴۲ گزارش کردند (۱۱) که تمامی شاخص‌های آن از مقادیر به دست آمده در این پژوهش بیشتر بودند.

جدول ٤- میانگین رنگ پوسته کماج فرموله شده با شیرین کننده استویا

تیمار	L-value	a-value	b-value
شاهد	٤٠/٦٩ ± ٠/١٩^{c}	١٢/٦٣ ± ٠/٥٣^{a}	٢٩/٥٧ ±٠/٥٧ ^{b}
RS-050	٤١/٧٤ ± ٠/١٦^{b}	١٢/٦٣ ± ٠/٥٣^{a}	٢٧/٤٦ ± ٠/٣٦ ^{c}
RS-100	٥٦/١٥ ± ٠/٢٨^{a}	١١/٤٨ ± ٠/٢٥^{b}	٣٢/١٦ ± ٠/٢١ ^{a}

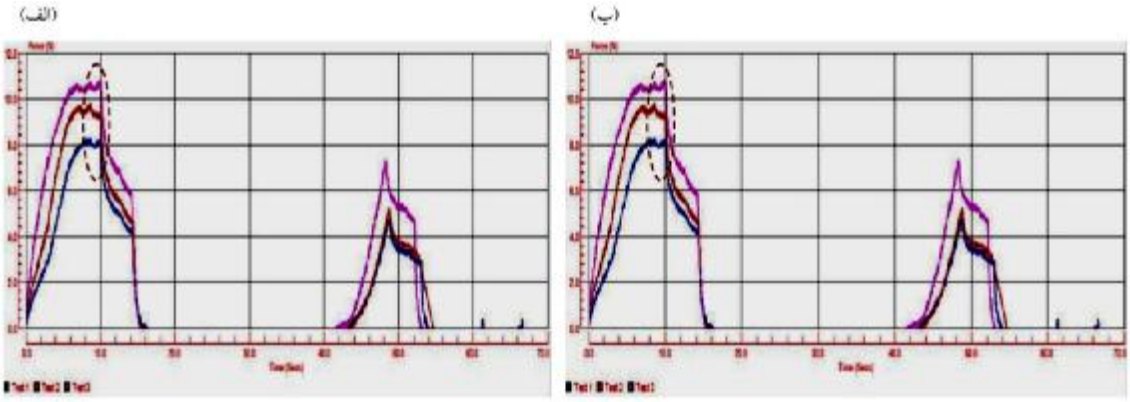
*اعداد با حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی داری هستند (p>۰/۰۵).

L=۰ (سیاه) تا L=۱۰۰ (سفید)، $-a$ (سبزی) تا $+a$ (قرمزی) و $-b$ (آبی) تا $+b$ (زردی).

۳-٤- تغییرات بافت نمونه‌های تولیدی

نمودارهای آنالیز بافت (TPA[1]) نمونه‌های کماج تولیدی در یک و سه روز پس از پخت به ترتیب در شکل ۱ الف و ۱ ب نشان داده شده‌اند. همان طور که در شکل (۱) ملاحظه می‌شود کم‌ترین و بیشترین نیروی لازم برای نفوذ (میزان سفتی) به ترتیب مربوط به نمونه شاهد (منحنی آبی رنگ) و نمونه کماج با ۱۰۰ درصد کاهش ساکاروز (منحنی قرمز رنگ) بود. نتایج میانگین آنالیز سختی بافت برای کماج فرموله شده با شیرین کننده استویا در سه سطح (۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) در جدول ۵ ارائه شده است. نمونه کماج با ۵۰ درصد کاهش ساکاروز نسبت به نمونه ۱۰۰ درصد نرم‌تر بود. علت تکنولوژیکی این پدیده محدودیت در توسعه و ایجاد شبکه گلوتن به دلیل میل ترکیبی بیشتر استویوزید نسبت به مولکول‌های آب و سرعت بیشتر برقراری پیوند هیدروژنی‌می‌باشدکه‌در نهایت باعث ممانعت از ایجاد شبکه سه بعدی گلوتنی شده و در نتیجه بافت نمونه کماج سفت‌تر می‌گردد (۱۰). لذا سختی بافت در نمونه شاهد کمتر از نمونه‌های دیگر بود. وتزل (۲۰۱۰) تحقیق جامعی بر روی محصولات آردی حاوی شکر و استویوزید انجام داد و بیان نمود که فرم آلفا نشاسته دارای قدرت جذب و نگهداری رطوبت بیشتری نسبت به فرم بتا می‌باشد (۱۷). بنابراین وجود دو ترکیب هایگروسکوپیک ساکاروز و شیرین‌کننده استویا، بافت نرم‌ترکماج RS-050 را نسبت به‌کماج RS-100ایجاد کرده و تبدیل‌فرم‌آلفا به بتا را به تعویق می‌اندازد.

1- Texture Profile Analysis



شکل ۱- نمودار آنالیز بافت (TPA) نمونه‌های کماج تولیدی الف) یک روز و ب) سه روز پس از پخت

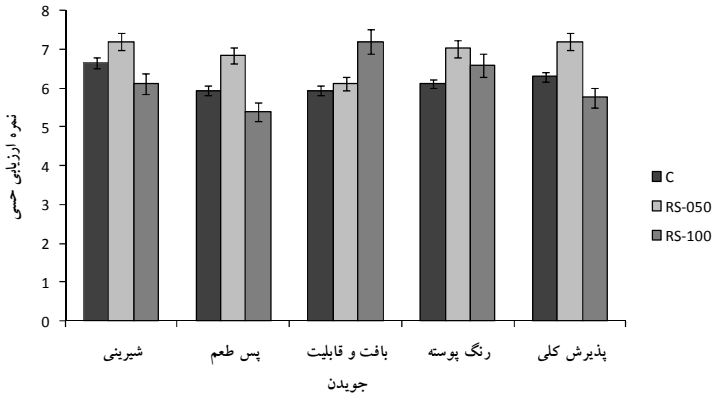
جدول ۵- سختی بافت کماج فرموله شده با شیرین کننده استویا

تیمار	یک روز پس از پخت	سه روز پس از پخت
شاهد	۸/۰۸ ± ۰/۱۹^{c}	۹/۶۰ ± ۰/۱۹^{c}
RS-050	۲٤/۲۳ ± ۰/۱۲^{b}	۳٦/۰۲ ± ۰/۱۵^{b}
RS-100	۲۹/۷۲ ± ۰/۱^{a}	٤۵/۲۳ ± ۰/۱۱^{a}

*اعداد با حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی داری هستند (p>۰/۰۵).

۳-۵- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی توسط ۱۵ ارزیاب آموزش ندیده برای فرمولاسیون سه کماج طراحی گردید. تست هدونیک نه نقطه‌ای از خیلی عالی۹وخیلی بد۱ برای ارزیابی رنگ پوسته، تردی، شیرینی، پس طعم، بافت محصول و میزان پذیرش کلی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن در شکل (۱) ارائه شده است. همان طور که از شکل (۲) مشاهده می‌شود درارتباط با پارامتر بافت و قابلیت جویدن ارزیاب‌ها ابتدا نمونه شاهد و سپس نمونه ۵۰درصد ساکاروز کاهش‌یافته‌را ترجیح دادند که با نتایج بافت‌سنجی دستگاهی مطابقت داشت و در ارتباط با پارامتر شیرینی، پس طعم،رنگ‌پوسته‌وپذیرش‌کلی‌نمونه ۵۰درصدساکاروزکاهش یافته دارای بیشترین میزان ارجحیت بود که شاید به دلیل ویژگی‌های متعادل این نمونه می‌باشد. به طور کلی کماج تهیه شده با ۵۰ درصد شکر و ۵۰ درصد استویوزید از میانگین امتیازات بیشتری در بین ارزیاب‌ها برخوردار بود.



شکل ۲- نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های کماج تولیدی

*نمودارهای با حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی داری هستند (p>۰/۰۵).

٤- نتیجه گیری

نتایج این پژوهش مویدآن است که افزودن گلوکوزید استویوزید به جای شکر در فرمولاسیون کماج تأثیر چندانی بر مقدار رطوبت محصول ندارد اما میزان حجم مخصوص را به طور محسوس کاهش می‌دهد. با توجه به بهبود برخی خصوصیات بافتی، رنگی و پذیرش حسی جایگزینی شکر با استویوزید مناسب می‌باشد که بسته به نوع فرآوری، نوع محصول تولیدی و نوع مصرف می‌توان از سطوح مختلف این شیرین کننده به جای شکر بهره جست. به دلیل نزدیک بودن خصوصیات کماج حاوی ۵۰ درصد استویوزید (RS-50) به نمونه حاوی ۱۰۰ درصد شکر (نمونه C) و همچنین پذیرش بیشتر این محصول در بین ارزیاب‌ها می‌توان این فرمولاسیون را به عنوان سطح جایگزینی بهینه در تولید کماج معرفی نمود.

٥- منابع

۱. امیری‌عقدایی، س.، اعلمی، م.، دارایی‌گرمه‌خانی، ا. ۱۳۹۱. تأثیر استفاده از صمغ کتیرا به عنوان جایگزین چربی و ویژگی‌های رئولوژی حسی و بافتی سس مایونز کم چرب. *پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران*، دوره۸، جلد۲، ۱۸۹-۱۸۰.

۲. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، کماج سن-ویژگی‌ها و روش‌های آزمون. استاندارد ملی ایران شماره ۵۷۷۳، ۱۳۸۰.

3. AACC International. 2001, Guidelines for measurements of volume by rapeseed displacement. Method 10-05.01.
4. AACC Method 44-40.01. Moisture – Modified Vacuum-Oven Method.
5. Baeva, M. R., Panchev, I. N. and Terzieva, V.V. 2000. Comparative study of texture of normal and energy reduced sponge cake. *Nahrung Food*. 44 (4): 242-246.
6. Felegal, K., Caloll, M., Torres, V., Kuczmarski, R. and Johnson, L. 1998. Overweight and obesity in the United States. *Prevalence and Trends*, 22 (1):39-47.
7. Findikli, Z. and Tourkoglu, S. 2014. Determination of the effects of some artificial sweeteners on human peripheral lymphocytes using the comet assay. Journal *Of Toxicology and Environmental Health*, 6(8):147-150.
8. Franz, M. J. 2000. Medical nutrition therapy for diabetes mellitus; In: Mahan L. K, Escottstumps S. krause's food, nutrition and diet therapy; 10 ed.Philadelphia , W. B, Saunders Company, pp, 742-780.
9. Hashemi, M., Mashkour, C. and Daraei Garmakhani, A. 2014, Development and application of a computer vision system for the measurement of the colour of Iranian sweet bread. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 6 (1): 33-40.
10. Hoover, R. and Senanayake, J. 2007. Effect of sugars on the thermal and retrogradation properties of oat starches. *Journal of Food Biochemistry*, 20 (6): 65 – 83.
11. Loutrop, R. 2012. Physicochemical and sensory quality of chiffon cake prepared with rebaudioside-a and erythritol as replacement for sucrose. A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy, Colorado State University Fort Collins, Colorado, pp: 73.
12. Manisha, G., Soumya, C. and Indrani, D. 2012. Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloid and emulsifiers for replacement of sugar in cakes. *Journal of Food Hydrocolloids*, 29: 363-373.
13. Rajasekaran, T., Ramakrishna, A., Udaya Sankar, K., Giridhar, P. and Ravishankar, G. 2008. Analysis of predominant steviosides in Stevia rebaudiana bertoni by liquid chromatography/ electro spray ionization mass spectrometry. *Food Biotechnology*, 22: 179-188.
14. Sharma, V., Anand, N., Kaur, N., Yadav, P. and Charania, Z. 2015. Sugar Substitutes and Health. *Journal of Advanced Oral Research*, 6 (2):346-354

15. Wallin, H. 2004. Steviol Gylcosides. Steviol glycosides. *Chemical and Technical Assessment*, 63: 1-5.
16. Walter, J. M. and Soliah, L. 2010. Objective measures of baked products made with Stevia. *Journal of the American Dietetic Association*, 110 (9): 54-57.
17. Wetzel, E. 2010. The effect of various alternative sweeteners has on texture, color and water activity on fried doughnuts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 2049-2056.

(Original Research Paper)

Investigation of the Possibility Dietary Komaj Production Based on Stevia Sweetener

Atousa Kokabian[1], Amir Daraei Garmekhani[2*], Solmaz Sarem Nezhad[3]

1-MS.c Graduated of Food Science and Technology, Faculty of the Science and New Technologies, Pharmaceutical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2-Assistant professor, Department of Food Science and Technology, Tuyserkan Faculty of Engineering and Natural Resources, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.
3-Assistant professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of the Science and New Technologies, Pharmaceutical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received:12/09/2020 Accepted:07/12/2020

Abstract

In recent decades, low-calorie foods have become popular due to the increasing awareness of consumers about the relationship between diet and health. Synthetic and non-nutritive sweeteners can be used as sugar substitutes in cereal products and affect the color, taste and texture of the final product. The aim of this study was to produce komaj based on stevia sweetener and find the optimal conditions for sweetener concentration to improve shelf life and achieve good quality products. Therefore stevia glycosides was used as sucrose substitute in Komaj formulation at three different ratios (0, 50 and 100%). The moisture content, specific volume, color parameters and texture profile analysis (TPA) of produced samples were measured on 1 and 3 days after cooking process. The results showed that there was a significant difference between the volume of produced dietary komaj samples and the control sample, so that, the control sample had the lower height than the other samples ($p \leq 0.05$). There was a significant difference between the control sample and other samples in terms of color parameter of L and the RS-100 komaj had a lighter crust ($p \leq 0.05$). The result of texture analysis showed that the sample RS-O50 had a softer texture than the RS-100 ($p \leq 0.05$). Panelists preferred the RS-050 sample and this sample had the highest overall acceptance after the control sample. Finally, the RS-050 was recognized as the best sample.

Keywords: Sugar Substitutes, Komaj, Glycoside Stevioside

*Corresponding Author:. amirdaraey@yahoo.com