

نشریه فنی ۸

شیرین کننده طبیعی استویا: آشنایی و کاربردها

نجمه سلیمانی و بهجت تاج‌الدین



بسم الله الرحمن الرحيم

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

نشریه فنی:

شیرین کننده طبیعی استویا: آشنایی و کاربردها

تهیه و تدوین:

نجمه سلیمانی و بهجت تاج‌الدین

به ترتیب کارشناس مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع
طبیعی استان کرمان، و عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات فنی
و مهندسی کشاورزی

سال انتشار:

۱۴۰۱



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی



نوع نوشتار: نشریه فنی

عنوان نوشتار: شیرین کننده طبیعی استویا: آشنایی و کاربردها

نگارندگان: نجمه سلیمانی و بهجت تاج‌الدین

ویراستار ادبی: محمدرضا داهی

صفحه‌آرا: سمیه وطن دوست

ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

شمارگان: محدود

نوبت چاپ: اول

سال انتشار: ۱۴۰۱



مسئولیت صحت مطالب با نگارنده است.

شماره ثبت ۶۱۵۷۸ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به تاریخ ۱۴۰۱/۰۳/۰۱

مخاطبان نشریه:

کارشناسان زراعت و صنایع غذایی و تولیدکنندگان محصولات سالم.

اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این نشریه با:

- ویژگی‌های گیاه استویا
- ترکیبات شیرین‌کننده گیاه استویا
- روش‌های استخراج و خالص‌سازی ترکیبات شیرین از گیاه استویا
- کاربردها و موارد استفاده استویا
- ملاحظات مصرف استویا

آشنا خواهید شد.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۲	آشنایی با گیاه استویا
۴	ترکیبات شیرین کننده گیاه استویا
۶	استخراج و خالص سازی ترکیبات شیرین کننده از گیاه استویا
۱۱	کاربرد استویوزید و ریبودیوزید A در صنعت غذا
۱۷	استانداردهای بین المللی و حد مجاز استفاده از ترکیبات شیرین کننده استویا
۱۸	ملاحظات مصرف استویا
۲۰	نتیجه گیری و پیشنهادها
۲۱	منابع

مقدمه

در خصوص شیرین‌کننده‌ها و یافتن جایگزین مناسب ساکارز تحقیقات زیادی شده است. شیرین‌کننده‌ها گروهی از افزودنی‌های خوراکی هستند که باعث ایجاد طعم شیرین در فرآورده‌های غذایی می‌شوند. شیرین‌کننده‌ها بدون نیاز به انسولین متابولیز می‌شوند، هضم نمی‌شوند و در نتیجه کالری بالایی ایجاد نمی‌کنند (باینس و سیال^۱، ۲۰۱۲). این شیرین‌کننده‌ها در دو گروه مصنوعی و طبیعی دسته‌بندی می‌شوند. استویول گلیکوزیدها نوعی از شیرین‌کننده‌ها هستند که به گروه شیرین‌کننده‌های طبیعی تعلق دارند و از گیاه استویا استخراج می‌شوند (دیی^۲ و همکاران، ۲۰۱۳). استویا گیاهی شیرین و غنی از مواد مغذی است که با هدف‌های تجاری در بسیاری از کشورها کشت می‌شود (احمد^۳ و همکاران، ۲۰۲۰). از هشت نوع استویول گلیکوزید استخراج شده از گیاه استویا تنها دو ترکیب استویوزید و ریبودیوزید A برای مصارف خوراکی مجاز هستند (دیی و همکاران، ۲۰۱۳). این ترکیبات ۳۰۰ برابر شیرین‌تر از شکر هستند (ایجاز^۴ و همکاران، ۲۰۱۵) و می‌توان از آنها در فرآورده‌های غذایی متعددی استفاده کرد (احمد و همکاران، ۲۰۲۰). با این همه، استخراج این گلیکوزیدها طولانی و پرهزینه است و استویول گلیکوزیدهای استخراج شده از گیاه استویا طعمی تلخ شبیه منتول دارند (دیی و همکاران، ۲۰۱۳). مطالعاتی در مورد سلامت‌بخشی و تفسیر مکانیسم‌های فیزیولوژیکی استفاده از استویول گلیکوزیدها در شرایط آزمایشگاهی روی حیوانات صورت گرفته است و از این رو اظهار نظر قطعی در مورد مزایای آن برای انسان ممکن نیست (احمد و همکاران، ۲۰۲۰). از سوی

1.Baines and Seal

2.De

3.Ahmad

4.Ijaz

دیگر، مصرف‌کنندگان علاقه زیادی به استفاده از استویوزید و ریبودیوزید A دارند (لموس- مونداکا^۵ و همکاران، ۲۰۱۲). این نشریه با در نظر گرفتن موارد ذکر شده در بالا به بیان ترکیبات شیرین‌کننده موجود در گیاه استویا، استخراج این ترکیبات، کاربرد این ترکیبات در صنعت غذا و ملاحظات استفاده از استویول گلیکوزیدها می‌پردازد تا بستر مناسبی برای ایجاد آگاهی در مورد استفاده از استویول گلیکوزیدهای استخراج شده از گیاه استویا فراهم شود.

آشنایی با گیاه استویا

گیاه استویا^۱ که از آن به برگ شیرین یا برگ عسل نیز یاد می‌شود، گیاهی است گرمسیری و بومی پاراگوئه که به‌طور گسترده در این کشور و در جاهایی مانند برزیل و آمریکای مرکزی رشد می‌کند (احمد و همکاران، ۲۰۲۰). استویا، گیاهی علفی و حساس به سرما با برگ‌هایی کوچک است که به صورت متناوب روی ساقه قرار گرفته‌اند. این گیاه ریشه‌های نرم و ضخیمی دارد. برگ استویا ساده، کوچک، نوک‌تیز، کشیده، و دندانه‌ای، و مهم‌ترین بخش گیاه است (شکل ۱).



شکل ۱- گیاه استویا

گلیکوزیدهای استخراجی از برگ استویا شیرین‌کننده‌های طبیعی با کالری صفر و ثبات رنگ بالاتر در نظر گرفته می‌شوند. این شیرین‌کننده‌ها جایگزینی ویژه برای شکر (ساکارز) و محصولات هستند کاملاً طبیعی، غیرسمی و فاقد کالری که با توجه به قدرت فوق‌العاده شیرین‌کنندگی، مقادیر کمی از آنها استفاده می‌شود. ترکیبات شیرین‌کننده حاصل از گیاه استویا پودر کریستالی بی‌رنگ و بدون بو هستند (شکل ۲) و در فرم جامد به مدت یک ساعت در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس پایدارند (آهویی^۱ و همکاران، ۲۰۱۹). استویوزید^۲ و ربودیوزید^۳ A، دو گلیکوزید معروف و غالب استخراج شده از گیاه استویا هستند و سازمان غذا و داروی آمریکا^۴ تنها مصرف این دو گلیکوزید را مجاز اعلام کرده است. علاوه بر این دو گلیکوزید، چندین ترکیب شیرین دیگر مانند استویوبیوزید، ربودیوزیدهای B، C، D، E، F و دالکوزید A از گیاه استویا استخراج و جداسازی شده است و به استثنای ربودیوزید F تمامی این ترکیبات استخراج شده، در مقایسه با ساکارز، شیرین‌کنندگی بیشتری دارند (ایجاز و همکاران، ۲۰۱۵) (جدول ۱).

1.Ahouei

2.Stevioside

3.Rebaudioside A

4.FDA (Food and Drug Administration)

جدول ۱- مهم‌ترین استویول گلیکوزیدهای موجود در گیاه استویا (ایجاز و همکاران، ۲۰۱۵)

استویول گلیکوزید	مقایسه قدرت شیرین‌کنندگی استویول در برابر شکر
استویوزید	۱۵۰ - ۳۰۰
ریبودیوزید A	۲۰۰ - ۴۰۰
ریبودیوزید B	۳۰۰ - ۳۵۰
ریبودیوزید C	۵۰ - ۱۲۰
ریبودیوزید D	۲۰۰ - ۳۰۰
ریبودیوزید E	۲۵۰ - ۳۰۰
دالکوزید A ^۱	۵۰ - ۱۲۰

گلیکوزیدهای استخراج شده از استویا تنها شیرین‌کننده‌های با قدرت بالا و منشأ طبیعی موجود در بازار هستند، با این همه استفاده از عصاره خام استویا هنوز مجاز نیست (توری^۲ و همکاران، ۲۰۱۷). استویوزید دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد گلیسمی و ضدسرطان است و ریبودیوزید A فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی را در کاهش گونه‌های اکسیژن فعال سلولی نشان داده است (ونگ^۳ و همکاران، ۲۰۱۸). گفتنی است که اثر استویوزید بر تشکیل پلاک دندانی پنجاه درصد از اثر شکر کمتر است و دلیل مفید بودن استویوزید در برابر شکر را به تاثیر ضد باکتریایی، تولید شرایط کم اسیدی و فعالیت ضد پلاک این گیاه نسبت داده‌اند (ولور-ریک^۴، ۲۰۱۲). استفاده از استویوزید در فرمولاسیون‌های مختلف غذایی، از جمله در چای گیاهی، نانوایی، شیرینی‌سازی، آب نبات و آدامس از باکتری‌های

5. Dulcoside

2. Torri

3. Wang

4. Wolwer-Rieck

بیماری‌زا مانند باسیلوس سرئوس^۱، کلبسیلا پنومونیه^۲، و سودوموناس آئروژینوزا^۳ محافظت می‌کند (دیی و همکاران، ۲۰۱۳).



شکل ۲- پودر استویوزید

ترکیبات شیرین‌کننده گیاه استویا

استویا شامل بسیاری از دیترپن‌ها و استیویول گلیکوزیدهاست. همه گلیکوزیدهای جدا شده از این گیاه آگلیکون استیویول دارند، اما در محتوای ساکاریدی آنها تفاوت وجود دارد. بسیاری از این گلیکوزیدها، شیرین‌کننده‌های طبیعی هستند که در بدن انسان متابولیز نمی‌شوند و بنابراین کالری و انرژی نیز ندارند (میشرا^۴ و همکاران، ۲۰۱۰). ترکیبات شیرین اصلی در گیاه، استویوزید به مقدار ۴۰ تا ۲۰۰ گرم در کیلوگرم وزن خشک و ریبودیوزید A به میزان ۳۰ گرم در

1. *Bacillus cereus*
2. *Klebsiella pneumoniae*
3. *Pseudomonas aeruginosa*
4. Mishra

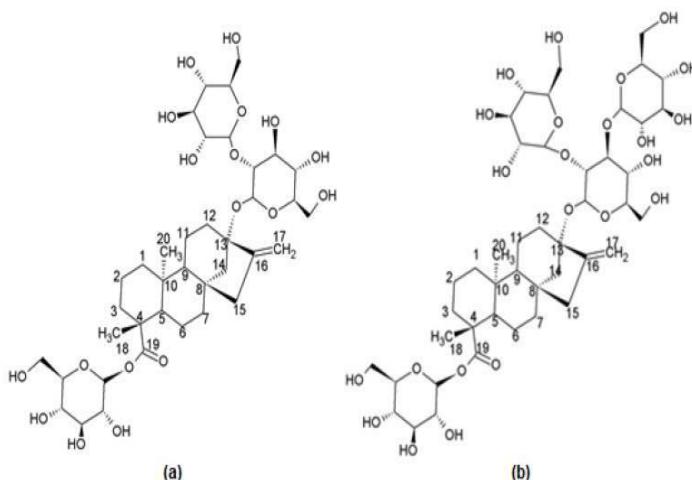
کیلوگرم وزن خشک هستند (رائو^۱ و همکاران، ۲۰۱۲). برای مقایسه بهتر استویوزید و ریبودیوزید^A، می‌توان به ساختار شیمیایی آن دو مراجعه کرد. از نظر ساختار شیمیایی، دو ترکیب کاملاً مشابه‌اند و تفاوت آنها فقط در گلوکز متصل شده به کربن شماره ۱۳ است (مارتونو^۲ و همکاران، ۲۰۱۸). شکل ۳، تفاوت ساختاری این دو گلوکوزید را نشان می‌دهد.

ریبودیوزید^A به عنوان شیرین‌کننده در محصولات خوراکی استفاده می‌شود. فرمول شیمیایی آن $C_{44}H_{70}O_{23}$ ، وزن مولکولی آن $967/013$ گرم بر مول و فرم خالص آن پودر سفید با نقطه ذوب $242-244$ درجه سلسیوس و چرخش نوری آن -33 درجه است. ریبودیوزید^A مقاومت بسیار خوبی در برابر گرما نشان می‌دهد و می‌تواند دمای پاستوریزاسیون و استریلیزاسیون را تحمل کند (آهوپی و همکاران، ۲۰۱۹). میزان استفاده از ریبودیوزید^A در محصولات غذایی $50 - 600$ میلی گرم در لیتر در نوشیدنی‌ها و $150 - 6000$ میلی گرم در کیلوگرم در غذاهای جامد است و بیشتر از سایر شیرین‌کننده‌های گسترده مورد استفاده در صنایع غذایی نظیر آسپارتام^۳ و نوتام^۴ قابل استفاده است (پراکاش^۵ و همکاران، ۲۰۰۸).

فرمول شیمیایی استویوزید $C_{38}H_{60}O_{18}$ و وزن مولکولی آن $838/88$ گرم بر مول است. این ترکیب به خوبی در آب حل نمی‌شود اما انحلال‌پذیری بالایی در اتانول دارد. استویوزید، پودر کریستالی سفید و بسیار رطوبت‌پذیر است که به عنوان شیرین‌کننده و تقویت‌کننده طعم استفاده می‌شود. علاوه بر ترکیبات شیرین‌کننده اصلی، در استویا سایر دیترین گلیکوزیده‌ها مانند ریبودیوزید^B، ^C، ^E، دالکوزید،

- 1.Rao
- 2.Martono
- 3.Aspartame
- 4.Neotame
- 5.Prakash

ایزوستیول، دی هیدرو ایزوستیول نیز وجود دارد (الموس- مونداکا و همکاران، ۲۰۱۲).



شکل ۳- تفاوت ساختار شیرین کننده استویزید (a) و ربیودیوزید (b)

استخراج و خالص سازی ترکیبات شیرین کننده از گیاه استویا

برگ‌های گیاه استویا پس از برداشت از ساقه جدا و در کارخانه برای استخراج استویوزید و انواع ربیودیوزید استفاده می‌شوند. برای استخراج و خالص سازی ترکیبات شیرین از گیاه استویا از روش‌های گوناگون استفاده می‌شود مانند: کاربرد حلال‌های مختلف، حلال همراه با عامل بی‌رنگ کننده، کروماتوگرافی جذبی و تبادل یونی، استخراج مایع فوق بحرانی و اولترا و نانو فیلتراسیون. استخراج با امواج مایکروویو نیز روشی گران اما با بازدهی مطلوب است. استخراج با آنزیم (استفاده از آنزیم‌هایی مثل سلولاز، پکتیناز، و همی سلولاز) نیز بررسی شده است. استخراج و خالص سازی ترکیبات شیمیایی برگ‌های استویا با حلال

دی‌اکسید کربن به‌وسیله سیال فوق بحرانی نیز روش رایجی است. خشک‌کردن ترکیبات استخراج شده با خشک‌کن‌های پاششی (شکل ۴)، به‌دلیل مزایایی چون کاهش طعم تلخ استویوزیدها، بهبود خواص ترکیبات شیرین‌کننده، توانایی بهینه‌سازی رطوبت و افزایش پایداری شیمیایی، نسبت به سایر روش‌های خشک‌کردن برای ترکیبات استخراج شده گیاه استویا برتری دارد (نیمت و جانوسی^۱، ۲۰۱۹).



شکل ۴- خشک‌کن پاششی

عصاره استویا از جوشاندن پودر برگ استویا در آب تهیه می‌شود. فرآیند استخراج و جداسازی استویوزید از برگ گیاه استویا شامل استخراج با حلال‌هایی مانند متان، گلیسرول، و پروپیلن گلیکول است و در ادامه تصفیه، استخراج در

یک حلال آلی قطبی، رنگبری، کوآگوله کردن، ستون تعویض یون و کریستالیزاسیون صورت می‌گیرد. بهترین روش خالص‌سازی استیویوزید با ستون تعویض یون است که عصاره آبی دوباره ته‌نشین و سپس فیلتر می‌شود تا به درجه خلوص ۹۰ درصد برسد (زیمرمن^۱ و همکاران، ۲۰۱۲). سنجش گلیکوزیدها از گیاه استویا با روش‌هایی مانند کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا^۲، طیف‌سنجی ارتعاشی^۳ و طیف‌سنجی فروسرخ (مادون قرمز)^۴ صورت می‌گیرد (مارتونو و همکاران، ۲۰۱۸). ریبودیوزید A با روش جذب انتخابی جداسازی می‌شود. در این روش جذب، از رزین‌های جذب ویژه‌ای^۵ استفاده شده و پس از آن از روش تبلور مجدد برای خالص کردن ماده جامد ریبودیوزید A استفاده می‌شود. روش دیگر برای تصفیه گلیکوزیدهای استویا، استخراج مایع - مایع محلول خام گلیکوزیدهای استویا با استفاده از الکل چرب یا الکل چرب به‌همراه یک رقیق‌کننده و سپس استخراج معکوس است. بیشتر محصولات استویول گلیکوزیدی که امروزه فروخته می‌شوند، شامل استیویوزید یا ریبودیوزید A هستند.

-
1. Zimmermann
 1. HPLC
 2. Vibrational Spectroscopy
 3. NIRS
 4. Martono
 5. Macroporous
 6. Rebiana

ماده یا محصولی که شامل سطوح بالایی از ریودیوزید A باشد، به نام ربیانا^۱ شناخته می شود (پراکاش و همکاران، ۲۰۰۸) (شکل ۵).



شکل ۵- پودر ربیانا

برای تولید ربیانا از آب داغ ۵۰ تا ۶۰ درجه سلسیوس به عنوان حلال استفاده می شود و در ادامه، آب شیرین از بین رزین های جذب کننده تا جایی عبور می کند که استویول گلیکوزید جذب و از دیگر مواد جدا شود. سپس، این استویول گلیکوزید با اتانول یا متانول دارای درجه غذایی جدا و با خشک کن تحت خلأ یا خشک کن پاششی خشک می شود (پراکاش و همکاران، ۲۰۰۸). مراحل استخراج ترکیبات شیرین کننده از گیاه استویا در شکل ۶ نشان داده شده است.



شکل ۶- مراحل استخراج استویول گلیکوزید از گیاه استویا

برای استخراج استویوزید، از میکروفیلتراسیون نیز استفاده می‌شود. بدین منظور، یک واحد فیلتراسیون بسته از جنس فولاد ضد زنگ ساخته شده است (شکل ۷). برای کار با این واحد فیلتراسیون، در ابتدا غشا با استفاده از آب مقطر به مدت دو ساعت در فشار پانصد و پنجاه کیلوپاسکال فشرده و نفوذپذیری غشا مشخص می‌شود. پس از وارد شدن عصاره خام استویا به واحد فیلتراسیون، استویوزید استخراج می‌شود (دیی و همکاران، ۲۰۱۳).



شکل ۷- استفاده از میکروفیلتراسیون برای استخراج استویوزید

کاربرد استویوزید و ریبودیوزید A در صنعت غذا

امروزه فرآورده‌های استویا در شکل‌های مختلف به بازار عرضه می‌شوند. این محصول به چای و قهوه، غذاهای پخته شده و پخته نشده، غذاهای فرآوری شده و نوشیدنی‌ها اضافه شده است (شکل ۸).



شکل ۸- استفاده از استویوزید در صنعت غذا

استویوزید دارای پایداری حرارتی بالایی است و به‌عنوان تثبیت‌کننده طبیعی در انواع محصولات لبنی، نوشیدنی‌ها، شیرینی‌ها و سایر غذاها کاربرد دارد (بویلیو^۱ و همکاران، ۲۰۱۲). مزایای استفاده از استویوزید در فرآورده‌های غذایی در شکل ۹ بیان شده است.



شکل ۹- مزایای استفاده از استویوزید در صنعت غذا (دیی و همکاران، ۲۰۱۳).

استویوزید دارای ویژگی‌های است که استفاده از آن را در صنعت غذا ممکن می‌سازد و قابل تخمیر نبودن و شرکت نداشتن در واکنش قهوه‌ای شدن، کاربرد آن را در نانوائی با بهبود کیفیت و با بالا بردن افزایش ماندگاری توجیه می‌کند. ویژگی‌های حسی (ارگانولپتیکی) قابل قبول، این ماده را برای استفاده در محصولات غذایی متفاوت مناسب کرده است (احمد و همکاران، ۲۰۲۰). این

شیرین‌کننده کم‌کالری به‌طور گسترده در محصولات غذایی متنوع استفاده می‌شود از جمله در بیسکویت، مربا، شکلات، بستنی، غذاهای پخته شده، آب میوه، سس، ذرت شیرین، ترشی، آب نبات و غذاهای دریایی، سس‌سویا و حتی ماست. ترکیب استویوزید با کلرید سدیم نرمی مطلوبی ایجاد می‌کند و بنابراین به‌طور گسترده در تولید سبزی‌های تخمیری و غذاهای دریایی به‌کار می‌رود (احمد و همکاران، ۲۰۲۰). شاخص تورم استویوزید^۱ ۵/۰۱ گرم در گرم است. افزایش ظرفیت نگهداری آب آن به‌دلیل پروتئین، بالاست. این توانایی تورم، استفاده از استویوزید را برای تهیه غذاهای چسبناک مانند سوپ، گندم، خمیر و محصولات نانوائی افزایش می‌دهد. استویوزید تخمیرناپذیر است و در واکنش پخت قهوه‌ای نمی‌شود. این خصوصیت باعث افزایش دامنه کاربرد آن در پخت می‌شود و کیفیت و ایمنی محصول با ماندگاری بیشتر را افزایش می‌دهد (شکل ۱۰). علاوه بر این، پایداری استویوزید در محلول‌های اسیدی موجب می‌شود تا در نقش شیرین‌کننده در نوشابه‌های گازدار استفاده شود.



شکل ۱۰- کاربرد استویوزید در فرآورده‌های نانوائی

ریبویوزید A در نوشیدنی‌های متنوعی استفاده می‌شود (شکل ۱۱)، میزان کالری در این نوشیدنی‌ها با جایگزینی این شیرین‌کننده کاهش پیدا می‌کند (احمد و همکاران، ۲۰۲۰). علاوه بر این، ریبویوزید A در انواع مختلفی از غذاها و نوشیدنی‌های سرد مانند چای یخ، آب، شیر طعم‌دهنده و ماست پایدار است (پراکاش و همکاران، ۲۰۰۸).



شکل ۱۱- استفاده از ریبویوزید A در نوشیدنی‌ها

کاربرد استویوزید در محصولات غذایی متنوع امکان‌پذیر است، اما قبل از تصمیم‌گیری در مورد نوع و مقدار این شیرین‌کننده، باید هدف از استفاده از آن (شیرین‌کنندگی، اصلاح‌کنندگی طعم یا کاهش کالری) مشخص شود (دیو و همکاران، ۲۰۱۳). استویوزید در دمای بالا و شرایط پردازش و نگهداری پایدار است (کرویر^۱ و همکاران، ۲۰۱۰). مطالعات ده سال اخیر در مورد جایگزینی یا افزودن استویوزید و سایر گلیکوزیدهای حاصل از استویا در فرآورده‌های غذایی در جدول ۲ خلاصه شده است.

1.Kroyer

جدول ۲ - مطالعات صورت گرفته بر کاربرد استویوزید در فرآورده‌های خوراکی

فرآورده	نتایج مطالعه	منبع
بیسکویت	نتایج تجزیه و تحلیل فیزیکی، شیمیایی، بافتی و حسی بیسکویت مورد مطالعه حاکی از مناسب بودن استویوزید به‌عنوان شیرین‌کننده طبیعی، کم‌کالری و جایگزینی آن با ساکارز در بیسکویت بود. همچنین نتایج این پژوهش کاهش میزان کالری در بیسکویت تولید شده با استویوزید را نشان داد.	وطن‌خواه و همکاران، ۲۰۱۴
نان	استفاده از استویوزید سبب بهبود در بافت، نرمی و افزایش ماندگاری نان شد.	دیی و همکاران، ۲۰۱۳
مربای انبه	خصوصیات رئولوژیکی مربای انبه تولید شده نشان داد که تولید مربای انبه با ویژگی‌های مطلوب تنها با ۲۵ درصد جایگزینی استویوزید امکان‌پذیر است.	باسو ^۱ و همکاران، ۲۰۱۳
مربای آلبالو	بهینه‌سازی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بافتی و رئولوژیکی مربای آلبالو حاوی استویوزید با استفاده از روش سطح پاسخ نشان داد که مطلوب‌ترین شرایط برای تولید مربا با ۳۶/۵ درصد قند، ۰/۲۷۷ درصد پکتین و ۰/۳ درصد استویا حاصل می‌شود.	نورمحمدی و همکاران، ۲۰۲۱
مربای به	بهینه‌سازی کالری موجود در مربای به با استویوزید نشان داد که فرمول بهینه شده مربای به با کالری کاهش یافته به‌ترتیب با ۰/۴ درصد پکتین، ۰/۲۷ درصد استویوزید و ۵۰ درصد قند به‌دست می‌آید.	یوسفی و همکاران، ۲۰۱۸
آب‌میوه	ویژگی‌های تغذیه‌ای، شیمیایی و ارگانولپتیکی آب‌میوه کم‌کالری حاوی استویوزید به‌عنوان شیرین‌کننده طبیعی نشان داد که استفاده از استویوزید برای تولید شهد کم‌کالری به‌میزان ۵۰ تا ۷۵ درصد سطح جایگزینی رضایت‌بخش است و در نتیجه آب‌میوه با کالری پایین تولید شده است.	برکات ^۲ و همکاران، ۲۰۱۷
بستنی میوه‌ای	استفاده از استویوزید، با شاخص گلیسمی پایین برای حفظ محصول با خواص مطلوب برای مصرف‌کنندگان دیابتی و اشخاصی دچار چاقی توصیه شده است.	آرسنوا ^۳ و همکاران، ۲۰۱۹
نوشیدنی داغ	استویوزید در دمای بالا در نوشیدنی چای و قهوه به مدت ۱ ساعت پایداری خوبی تا ۱۲۰ درجه سلسیوس نشان داد.	دیی و همکاران، ۲۰۱۳

- 1.Basu
- 2.Barakat
- 3.Arseneva

استانداردهای بین‌المللی و حد مجاز استفاده از ترکیبات شیرین‌کننده استویا

مطالعات سم‌شناسی نشان داده است که استویوزید جهش‌زا (موتاژن) نیست یا اثر سرطان‌زایی ندارد و با توجه به اینکه واکنش‌های حساسیت‌زا در اثر استفاده از آن نیز مشاهده نشده است، امکان استفاده از آن به‌عنوان شیرین‌کننده وجود دارد (الموس - مونداکا و همکاران، ۲۰۱۲). سازمان غذا و داروی آمریکا، استفاده از برخی محصولات حاوی استویا و کاربرد آن را برای غذاها و نوشیدنی‌ها مجاز دانسته است. ریبودیوزید A نیز به‌طور کلی ایمن شناخته شده است (سویت گرین فیلدز^۱، ۲۰۰۹). کمیته مشترک کارشناسان مواد غذایی^۲ و اداره ایمنی مواد غذایی اروپا^۳ استیویول‌گلیکوزیدهای استخراج شده از برگ‌های استویا را شیرین‌کننده ارزیابی کرده و مصرف ۴ میلی‌گرم به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز را مناسب دانسته‌اند. اتحادیه اروپا^۴ در نوامبر ۲۰۱۱ استیویول‌گلیکوزیدها را به‌عنوان مکمل‌های غذایی با مجوز شماره ۱۱۳۱/۲۰۱۱ مجاز اعلام کرده است. علاوه بر این، اداره ایمنی مواد غذایی استرالیا و نیوزیلند^۵ مصرف روزانه قابل قبول را تا ۴ میلی‌گرم معادل استیویول تعیین کرده است (دیی و همکاران، ۲۰۱۳). لازم است یادآوری شود که کشور ایران فاقد استاندارد برای استفاده از استویا یا ترکیبات استویوزید و ریبودیوزید A است، اما می‌توان برای کاربرد آن به استانداردهای بین‌المللی معتبر مراجعه و در صورت نیاز به مصرف این ترکیبات شیرین‌کننده از آنها استفاده کرد. برای مثال، سطوح استفاده از استیویول‌گلیکوزید در صنعت غذا

1. Sweet Green Fields

2. JECFA (Joint Expert Committee on Food Additive)

3. EFSA (European Food Safety Authority)

4. EU Commission

5. FSANZ (Food Standards Australia New Zealand)

بر اساس مصوبات جلسه ۶۳، ۶۸ و ۶۹ کمیته مشترک کارشناسان مواد غذایی در سال ۲۰۱۱ به شرح جدول ۳ است.

جدول ۳- سطوح استفاده از استویول گلیکوزید در صنعت غذا (ادیتیوز و جنوا، ۲۰۱۵)

نوع فرآورده	حداکثر سطح استفاده از استویول گلیکوزید (میلی گرم به ازای هر کیلوگرم در روز)
نوشیدنی‌های غیرالکلی - آب میوه‌ها	۶۰۰
دسرها	۵۰۰
ماست	۵۰۰
محصولات قنادی	۵۰۰
سس‌ها	۱۰۰۰
ذرت شیرین	۲۰۰
نان	۱۶۰
بیسکویت	۳۰۰

ملاحظات مصرف استویا

سابقه طولانی استفاده از گیاه استویا نشان می‌دهد که مصرف آن اثر سمی شدید و فوری ندارد، اما سازمان غذا و داروی آمریکا استفاده از این گیاه در شکل خام یا عصاره گیاهی را توصیه نکرده و تنها استفاده از استویوزید، انواع ریبودیوزید، گلیکوزیدهای اصلاح شده با آنزیم و سایر گلیکوزیدهای استویول با خلوص ۹۵ درصد را مجاز دانسته است. عوارض جانبی نادر، اثرهای تاخیری یا اثرهایی که فقط با استفاده طولانی مدت از شکل خام گیاه رخ می‌دهند در ابتدا قابل تشخیص نیستند و به همین دلیل این سازمان به علت فقدان اطلاعات کافی،

استفاده از برگ کامل استویا یا عصاره خام این گیاه را برای تهیه مواد غذایی فرآوری شده و نوشیدنی‌ها تایید نکرده است. استفاده از گلیکوزیدهای استخراج شده از گیاه استویا دارای محدودیت و مخاطره‌هایی است که در شکل ۱۲ به آنها اشاره شده است. گلیکوزیدهای استخراج شده از گیاه استویا، در مقایسه با سایر شیرین‌کننده‌های طبیعی و مصنوعی، مزایایی دارند اما دارای طعم تلخ هستند و برای به حداقل رساندن طعم تلخ آنها، از اصلاح‌کننده‌ها و تقویت‌کننده‌های طعم، ریزپوشانی با روش‌های خشک‌کردن پاششی و از اینولین و مالتودکسترین به عنوان عوامل کپسوله‌سازی استفاده می‌شود (احمد و همکاران، ۲۰۲۰). استخراج صنعتی گلیکوزیدها از برگ استویا در حال حاضر فقط در خارج از ایران عملی است و فقدان استاندارد ملی در کشور برای استفاده از استویا و گلیکوزیدهای استخراج شده از این گیاه محدودیت ایجاد می‌کند. از سوی دیگر، به دلیل قیمت بالاتر محصولات استویا، در مقایسه با شیرین‌کننده‌های مصنوعی، احتمال تقلب در این ترکیبات زیاد است و بیشتر روش‌های شناسایی تقلب در ترکیبات استخراج شده از گیاه استویا (به دلیل آماده‌سازی نمونه مورد نیاز)، طولانی و پیچیده هستند (مورلوک و هیل^۱، ۲۰۲۰). برگ‌های

نبود استاندارد بین‌المللی درخصوص استفاده از گلیکوزیدهای استخراج شده از گیاه استویا

قیمت بالای محصولات استوایی خالص در مقایسه با شکر

احتمال هیدرولیز پیوند استری کربن ۱۹ در pH پایین

حذف ناکارآمد حلال‌های مورد استفاده در استخراج گلیکوزیدها از گیاه استویا

تقلب در فروش گلیکوزیدهای استخراج شده از گیاه استویا

احتمال وجود فلزات سنگین در برگ‌های استویا

احتمال از بین رفتن مزایای استفاده از گلیکوزیدهای استخراج شده از گیاه استویا با افزودن شکر

شکل ۱۲- محدودیت‌ها و مخاطره‌های استفاده از گلیکوزیدهای استخراج شده از گیاه استویا (ونگ و همکاران، ۲۰۲۰ و بالاچاندان، ۲۰۱۸)

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مسیرهای زیادی برای کنترل و بهبود شرایط زندگی و درمان بیماری‌ها وجود دارد. یکی از این مسیرها کاهش میزان دریافت چربی و کربوهیدرات است که با کاهش ساکارز و جایگزینی آن با شیرین‌کننده‌های بدون کالری یا کم‌کالری طی می‌شود. توسعه سرمایه‌گذاری روی تولید و فرآوری گیاه استویا به سبب موارد ذکر شده به شدت در حال گسترش است. بسیاری از هموطنان ما از وجود این ترکیبات ارزشمند بی‌اطلاع‌اند و ترکیبات شیرین‌کننده و استخراج شده از این گیاه

نیز در صنعت غذای ایران وارد نشده است و به رغم اینکه محصولات تهیه شده از استویوزید و ریبودیوزید A به دلیل داشتن خواص تغذیه‌ای و درمانی، به عنوان غذای فراسودمند مطرح می‌شوند، عموم مردم از مصرف این فرآورده‌ها بی‌بهره هستند. شیرین کننده‌های گفته شده علاوه بر خواص درمانی و شیرین کنندگی زیاد، با داشتن خصوصیتی مانند مقاومت به حرارت و ویژگی آنتی اکسیدانی (که منجر به افزایش عمر ماندگاری محصول) می‌شود، جایگزین خوبی برای ساکارز محسوب می‌شوند. با وجود این، همانند هر ترکیب دیگری استفاده از آنها دارای محدودیت‌ها و مخاطره‌هایی است و مواردی مانند ترکیبات قلبی، گران بودن استویوزید و ریبودیوزید A، فقدان اطلاعات کافی در خصوص روش‌های مهندسی در تولید فرآورده‌های حاصل از این شیرین کننده‌ها و عوارض جانبی احتمالی محصولات جدید تهیه شده از آنها، در زمان مصرف باید مورد توجه قرار گیرند.

منابع

- Additives, F., and Geneva, S. 2015. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Ahmad, J., Khan, I., Blundell, R., Azzopardi, J., and Mahomoodally, M. F. 2020. Stevia rebaudiana Bertoni: An updated review of its health benefits, industrial applications and safety. Trends in Food Science and Technology, 100, 177-189.
- Ahouei, M. H., Pourahmad, R., and Moghari, A. A. 2019. Improvement of physical and sensory properties of whipping cream by replacing sucrose with rebaudioside A, isomalt and maltodextrin. Food Science and Technology, 39(1), 170-175.
- Arseneva, T. P., Evstigneeva, T. N., Iakovchenko, N. V., Lugova, M. V., and Kurganova, E. V. 2019. The effects of

- the addition of starter cultures and stevioside on technological low-fat fermented sherbet ice-cream without sugar. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 18(4), 361-371.
- Baines, D., and Seal, R. (Eds.). 2012. Natural food additives, ingredients and flavourings. Elsevier.
- Balachandran, K. 2018. Natural sweeteners. *Journal of Social Health and Diabetes*, 6(01), 008-010.
- Barakat, H., Al-Furaydi, A., Al-Harbi, A., and Al-Shedookhi, A. 2017. Nutritional, chemical and organoleptical characteristics of low-calorie fruit nectars incorporating stevioside as a natural sweetener. *Food and Nutrition Sciences*, 8(1), 126-140.
- Basu, S., Shivhare, U. S., and Singh, T. V. 2013. Effect of substitution of stevioside and sucralose on rheological, spectral, color and microstructural characteristics of mango jam. *Journal of Food Engineering*, 114(4), 465-476.
- Boileau, A., Fry, J. C., and Murray, R. 2012. A new calorie-free sugar substitute from the leaf of the stevia plant arrives in the UK. *Nutrition Bulletin*, 37(1), 47-50.
- De, S., Mondal, S., and Banerjee, S. 2013. *Stevioside: technology, applications and health*. John Wiley and Sons.
- EU Commission. 2011. Commission Regulation (EU) No 1129/2011 of 11 November 2011 amending Annex II to Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council by establishing a Union list of food additives. *Official Journal of the European Union L*, 295(4), 12-11.
- Ijaz, M., Peerzada, A. M., Saqib, M., and Malik, M. L. 2015. *Stevia rebaudiana*: An alternative sugar crop in Pakistan—A review. *Journal of Medicinal and Spice Plants*, 20(2), 88-96.
- Kroyer, G. 2010. Stevioside and Stevia-sweetener in food: application, stability and interaction with food ingredients.

- Journal fur Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 5(2), 225-229.
- Lemus-Mondaca, R., Vega-Galvez, A., Zura-Bravo, L., and Ah-Hen, K. 2012. Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. Food chemistry, 132(3), 1121-1132.
- Martono, Y., Trihandaru, S., and Rondonuwu, F. S. 2018. Determination of stevioside and rebaudioside a in stevia rebaudiana bertoni leaves using near infrared spectroscopy and multivariate data analysis. Indonesian Journal of Chemistry, 18(4), 664-671.
- Mishra, P., Singh, R., Kumar, U., and Prakash, V. 2010. Stevia rebaudiana—A magical sweetener. Global Journal of Biotechnology and Biochemistry, 5(1), 62-74.
- Morlock, G. E., and Heil, J. 2020. HI-HPTLC-UV/Vis/FLD-HESI-HRMS and bioprofiling of steviol glycosides, steviol, and isosteviol in Stevia leaves and foods. Analytical and bioanalytical chemistry, 412(24), 6431-6448.
- Nemeth, A., and Janosi, S. 2019. Extraction of steviol glycosides from dried Stevia rebaudiana by pressurized hot water extraction. Acta Alimentaria, 48(2), 241-252.
- Nourmohammadi, A., Ahmadi, E., and Heshmati, A. 2021. Optimization of physicochemical, textural, and rheological properties of sour cherry jam containing stevioside by using response surface methodology. Food Science and Nutrition.
- Prakash, I., DuBois, G. E., Clos, J. F., Wilkens, K. L., and Fosdick, L. E. 2008. Development of rebiana, a natural, non-caloric sweetener. Food and Chemical Toxicology, 46(7), S75-S82.
- Puri, M., and Sharma, D. 2011. Antibacterial activity of stevioside towards food-borne pathogenic bacteria. Engineering in Life Sciences, 11(3), 326-329.

- Rao, A. B., Reddy, G. R., Ernala, P., Sridhar, S., and Ravikumar, Y. V. L. 2012. An improvised process of isolation, purification of steviosides from *Stevia rebaudiana* Bertoni leaves and its biological activity. *International Journal of Food Science and Technology*, 47(12), 2554-2560.
- Sweet Green Fields, L. L. C. 2009. Notice to the US Food and Drug Administration (FDA) that the use of Rebiana (Rebaudiosid A) derived from *Stevia rebaudiana*, as a Food Ingredient is Generally Recognized as Safe (GRAS). Jan, 15, 22.
- Torri, L., Frati, A., Ninfali, P., Mantegna, S., Cravotto, G., and Morini, G. 2017. Comparison of reduced sugar high quality chocolates sweetened with stevioside and crude stevia 'green' extract. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(8), 2346-2352.
- Vatankhah, M., Elhami Rad, A. H., Yaghbani, M., Nadian, N., and Akbarian Meymand, M. J. 2014. Study of possibility low calorie biscuit production by using stevioside sweetener. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, 3(2), 157-170.
- Wang, J., Zhao, H., Wang, Y., Lau, H., Zhou, W., Chen, C., and Tan, S. 2020. A review of stevia as a potential healthcare product: Up-to-date functional characteristics, administrative standards and engineering techniques. *Trends in Food Science and Technology*.
- Wang, Y., Li, L., Wang, Y., Zhu, X., Jiang, M., Song, E., and Song, Y. 2018. New application of the commercial sweetener rebaudioside a as a hepatoprotective candidate: Induction of the Nrf2 signaling pathway. *European journal of pharmacology*, 822, 128-137.
- Wolwer-Rieck, U. 2012. The leaves of *Stevia rebaudiana* (Bertoni), their constituents and the analyses thereof: a

- review. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 60(4), 886-895.
- Yousefi, M., Hossein Goli, S. A., and Kadivar, M. 2018. Physicochemical and nutritional stability of optimized low-calorie quince (*cydonia oblonga*) jam containing stevioside during storage. Current Nutrition and Food Science, 14(1), 79-87.
- Zimmermann, B. F., Woelwer-Rieck, U., and Papagiannopoulos, M. 2012. Separation of steviol glycosides by hydrophilic liquid interaction chromatography. Food Analytical Methods, 5(2), 266-271.