






Технология и аппаратурное оформление распылительной сушки растворов стевии

Магомед Г. Магомедов	¹	mmg@inbox.ru	 0000-0002-427-9587
Алла Е. Чусова	¹	hycovai@mail.ru	
Константин К. Полянский	²	tovar201@list.ru	 0000-0002-5659-1423
Олеся В. Пронина	²	olesya.pronina.88@mail.ru	 0000-0002-4779-8609
Ольга Н. Романова	²	tovar201@list.ru	






¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19 г. Воронеж, 394036, Россия

² Воронежский филиал «РЭУ им. Г.В. Плеханова», ул. Карла Маркса, 67А, Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Отражена актуальность вопроса применения и разработки подсластителей. Приведены основные требования, предъявляемые к сахарозаменителям: качество сладости, отсутствие цвета и запаха, приятный вкус, безвредность, полное выведение из организма, хорошая растворимость в воде, химическая устойчивость. Ввиду своих полезных свойств все более широкое применение находит подсластитель, полученный из листьев стевии. Представлен способ получения экстракта стевии с последующей сушкой. Для опыта использовали листья и стебли растения *Stevia rebaudiana Bertoni*. Экстракт получали с помощью водно-спиртовой экстракции при температуре 85–87 °С, гидромодуле 1,0:4,5, продолжительности 115–118 мин, применяя три слива, объединяли водный и спиртовой экстракты. Отфильтрованный от взвешенных примесей на фильтре глубокой очистки экстракт концентрировали под разрежением 0,08 МПа при температуре 60 °С до содержания СВ 35%. Полученный концентрат сушили на экспериментальной распылительной сушилке. Температура высушенных частиц не превышала 60 °С, а процесс сушки длился 15–30 с. Благодаря мгновенной сушке и невысокой температуре распыленных частиц раствора стевииодный порошок получился высокого качества. Полученный таким образом подсластитель из стевии не нуждается в промежуточной очистке от балластных веществ и не требует дальнейшего модифицирования для улучшения органолептических свойств – усиления сладости и уменьшения остаточного горького привкуса, характерного для некоторых природных гликозидов. Авторы считают, что полученный подсластитель дает возможность разработки новых продуктов, имеющих диетическое и лечебно-профилактическое назначение.

Ключевые слова: подсластители, экстракт стевии, распылительная сушка

Technology and instrumentation stevia solutions of spray drying

Magomed G. Magomedov	¹	mmg@inbox.ru	 0000-0002-427-9587
Alla E. Chusova	¹	hycovai@mail.ru	
Konstantin K. Polyansky	²	tovar201@list.ru	 0000-0002-5659-1423
Olesya V. Pronina	²	olesya.pronina.88@mail.ru	 0000-0002-4779-8609
Olga N. Romanova	²	tovar201@list.ru	

¹ Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

² Voronezh Branch of the REU named after G.V. Plekhanov, Karla Marksa str., 67A, Voronezh, 394036, Russia

Abstract. The relevance of the use and development of sweeteners is reflected in the article. The main requirements for sweeteners were given: the sweetness quality, color and odor absence, a pleasant taste, harmlessness, complete elimination from the body, good solubility in water, chemical resistance. Due to its beneficial properties, the sweetener obtained from stevia leaves is increasingly used. A method of obtaining stevia extract with subsequent drying is presented. The leaves and stems of the *Stevia rebaudiana Bertoni* plant were used for the experiment. The extract was obtained using water-alcohol extraction at a temperature of 85–87 °С, a water module of 1.0: 4.5, and a duration of 115–118 min. using three rinsings, the water and alcohol extracts were combined. The extract filtered from suspended impurities on a deep filter was concentrated under a vacuum of 0.08 MPa at a temperature of 60 °С to a content of 35%. The resulting concentrate was dried on an experimental spray dryer. The temperature of the dried particles did not exceed 60 °С, and the drying process lasted 15–30 s. High-quality stevioside powder was obtained due to instant drying and low temperature of sprayed solution particles. Thus obtained sweetener from stevia does not need intermediate purification from ballast substances and does not require further modification to improve organoleptic properties - to enhance sweetness and reduce the residual bitter aftertaste characteristic of some natural glycosides. The authors believe that the resulting sweetener makes it possible to develop new products with dietary and therapeutic purposes.

Keywords: sweeteners, stevia extract, spray drying

Для цитирования

Магомедов М.Г., Чусова А.Е., Полянский К.К., Пронина О.В., Романова О.Н. Технология и аппаратурное оформление распылительной сушки растворов стевии // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 3. С. 81–85. doi:10.20914/2310-1202-2019-3-81-85

For citation

Magomedov M.G., Chusova A.E., Polyansky K.K., Pronina O.V., Romanova O.N. Technology and instrumentation stevia solutions of spray drying. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 3. pp. 81–85. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-3-81-85

Введение

В руководстве Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) о потреблении сахаров содержатся следующие рекомендации:

- поддерживать сниженные уровни потребления свободных сахаров на протяжении всей жизни (сильная рекомендация 1).
- снизить уровни потребления свободных сахаров как взрослыми, так и детьми до менее 10% от общей калорийности потребляемых продуктов (сильная рекомендация 2).
- дальнейшее снижение уровней потребления свободных сахаров до менее 5% от общей калорийности потребляемых продуктов (условная рекомендация 3).

Рекомендации даны на основании рассмотренных фактических данных о связях между уровнем потребления сахаров и массой тела (низкое и среднее качество фактических данных) и зубным кариесом (очень низкое и среднее качество фактических данных).

Впервые рекомендация сократить потребление свободных сахаров до менее чем 10% от суммарного ежедневного энергопотребления была сделана исследовательской группой ВОЗ в 1989 г., которая затем была доработана в ходе совместных консультаций экспертов ВОЗ/ФАО в 2002 г. Это обновленное руководство ВОЗ призывает, по возможности, дополнительно сократить потребление свободных сахаров до менее чем 5% от суммарного энергопотребления.

Данное руководство является частью усилий ВОЗ по достижению целей, поставленных в Глобальном плане действий по НИЗ на 2013–2020 гг., остановить рост диабета и ожирения и сократить к 2025 г. бремя преждевременной смертности от НИЗ на 25%. Помимо этого, руководство по сахарам является вкладом в работу Комиссии ВОЗ по ликвидации детского ожирения, которая преследует цель повысить информированность и придать импульс действиям по решению проблемы детского ожирения [1].

Перед индустрией питания стоит глобальная задача-поиск альтернативных способов воздействия на рецептор, который отвечает за сладкий вкус, без того вреда, который несет с собой свободный сахар. Главным способом является применение сахарозаменителей. При этом вещества должны оставаться конкурентоспособным с точки зрения стоимости и органолептических показателей.

Все сахарозаменители можно классифицировать по-разному, так как в настоящее время разработаны методы получения ряда веществ путем их синтеза, а не выделением из природного сырья, но ко всем предъявляются единые требования [2].

При выборе подсластителя следует учитывать возможность применения в данной стране и их особенности. Искусственные подсластители имеют меньшую калорийность, так как некоторые не усваиваются организмом (сахарин, сукралоза), некоторые (такие, как аспартам) создают сладкий вкус при более низких концентрациях, чем обычный сахар, поэтому хотя и усваиваются организмом обеспечивают сладость с гораздо меньшей калорийной нагрузкой. Но несмотря на то что некоторые из этих химических веществ вызывают ощущение сладкого вкуса уже при низких концентрациях, они очень быстро достигают порога интенсивности. Большинство искусственных подсластителей активируют не только рецепторы сладкого, но и один из рецепторов горького вкуса, что отрицательно влияет на восприятие продукта. Поскольку люди имеют разные наборы горьких рецепторов, одни подсластители воспринимаются ими хорошо, другие плохо. Следует учитывать, что каждый подсластитель имеет свою скорость и продолжительность воздействия на рецепторы сладкого [3, 4].

Все более широкое применение находит подсластитель стевियोид, который получают из листьев стевии (лат. *Stévia*).

Растения стевии содержат дитерпеновые тетрациклические гликозиды, из которых наиболее интересны: стевियोид, ребаудиозид А, В, С и Е, дулкозид А и стевииолбиозид. Они обладают подслащивающей способностью в 100–400 раз большей, чем у сахарозы. Все вместе они получили название стевииозид.

Известно, что кроме вышеперечисленных свойств стевииозид имеет физические, химические и фармакологические характеристики, которые позволяют использовать его в широком диапазоне в составе пищевых продуктов как заменитель сахара и естественный подсластитель без побочных эффектов [5,6].

Проблемным остается вопрос экстракции и очистки концентрата сладких веществ стевии. В настоящее время известно довольно много способов извлечения и очистки сладких гликозидов. Однако получение дитерпеновых гликозидов известными способами небезопасно из-за несовершенства технологий, связанных с применением органических растворителей, большинство из которых ядовиты (хлороформ, эфиры, диоксан, н-бутанол и т. д.)

Кроме того, при использовании этих реагентов предусматривается сложная система утилизации отходов, что значительно удорожает процесс производства подсластителей в промышленных масштабах [7].

Материалы и методы

Для опыта использовали листья и стебли растения *Stevia rebaudiana Bertoni*, выращенного на полях Всероссийского НИИ сахарной свеклы и сахара им. Мазлумова в п. Рамонь Воронежской области (Т.П. Жужжалова).

Стевиозид получали с помощью водно-спиртовой экстракции при температуре 85–87 °С, гидромодуле 1,0:4,5, продолжительности 115–118 мин, применяя три слива, объединяли водный и спиртовой экстракты.

Полученный экстракт содержал 6–8% сухих веществ и имел темно-коричневый цвет.

Отфильтрованный от взвешенных примесей на фильтре глубокой очистки экстракт концентрировали под разрежением 0,08 МПа при температуре 60 °С до содержания СВ 35%.

Затем полученный концентрат сушили на экспериментальной распылительной сушилке (рисунок 1) при следующих параметрах:

давление в форсунке, МПа	0,35–0,4
температура на входе в сушилку, °С	150
температура на выходе из сушилки, °С	75–80
производительность насоса, кг/ч	0,25

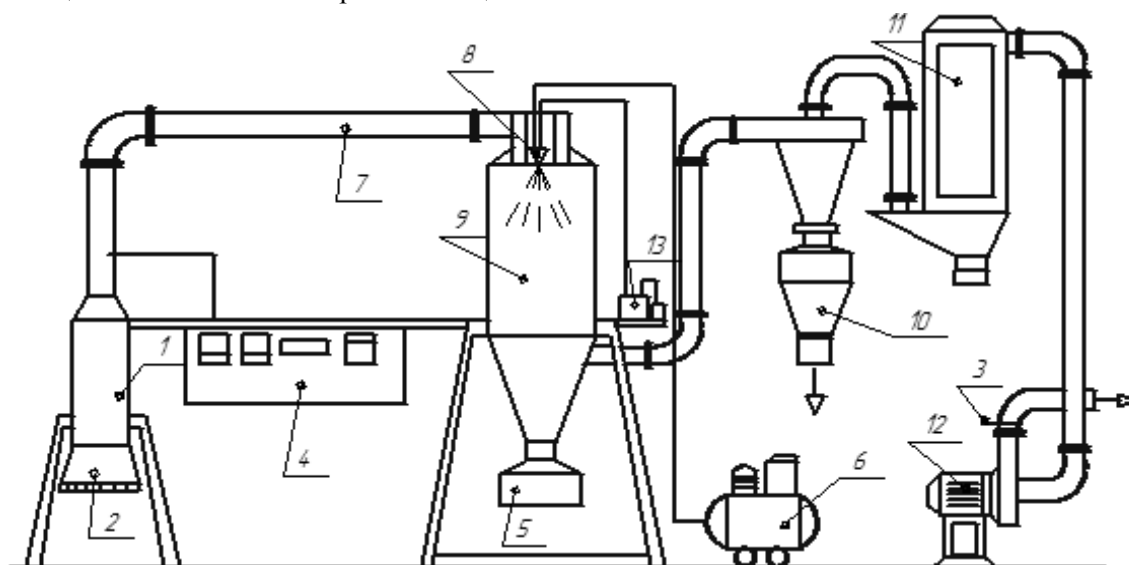


Рисунок 1. Экспериментальная распылительная сушильная установка: 1 – калорифер; 2 – воздушный фильтр; 3 – шибер; 4 – щит управления; 5 – сборник порошка; 6 – компрессор; 7 – трубопровод греющего агента; 8 – форсунка; 9 – камера распыления; 10 – циклон-разгрузитель; 11 – контрольная камера; 12 – вытяжной вентилятор; 13 – перистальтический насос

Figure 1. Experimental spray drying unit: 1 – air heater; 2 – air filter; 3 – gate; 4 – control panel; 5 – a collection of powder; 6 – compressor; 7 – pipeline heating agent; 8 – nozzle; 9 – spray chamber; 10 – cyclone unloader; 11 – control chamber; 12 – exhaust fan; 13 – peristaltic pump

Температура высушенных частиц не превышала 60 °С, а процесс сушки длился 15–30 с. Благодаря мгновенной сушке и невысокой температуре распыленных частиц раствора стевиозидный порошок получался высокого качества.

Полученный стевиозидный порошок ценный пищевой продукт, обладающий хорошими органолептическими и физико-химическими показателями (таблица 1).

Органолептические и физико-химические показатели качества

Таблица 1.

Table 1.

Organoleptic and physico-chemical quality indicators

Показатель Indicator	Стевиозидный порошок Stevioside powder
Внешний вид (цвет) Appearance (color)	Соломенный Straw
Вкус и запах Taste and smell	Сладкий с небольшим растительным привкусом, запаха не имеет Sweet with a slight plant flavor, odorless
Консистенция Consistency	Однородный аморфный порошок, без конгломератов Homogeneous amorphous powder, without conglomerates
Дисперсность частиц, мкм The dispersion of particles, microns	15–50
Объемная масса, кг/м ³ Bulk weight, kg/m ³	440–550
Угол естественного откоса, град. Angle of repose, deg.	43–51
Кислотность, град, не более Acidity, degrees, no more	10–11

Заключение

Полученный подсластитель из стевии не нуждается в промежуточной очистке от балластных веществ и не требует дальнейшего модифицирования для улучшения органолептических свойств – усиления сладости и уменьшения остаточного горького привкуса, характерного для некоторых природных гликозидов. Параллельно вышеприведенным исследованиям ведется активная разработка и утверждение сопутствующей документации на сырье и продукты переработки стевии, а также рецептур на новые пищевые

продукты с добавками стевии, имеющие диетическое и лечебно-профилактическое назначение. Данные мероприятия направлены на расширение ассортимента подобной продукции, адаптацию нового сахарозаменителя из стевии на российском рынке, который на сегодняшний момент аналогов натуральных подсластителей отечественного производства не имеет вообще.

В настоящее время предложены и научно обоснованы технологии молочных напитков функционального назначения с использованием стевии [8–10].


Литература

- 1 Руководство по потреблению сахаров взрослыми и детьми. 2015. 8 с. URL: https://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sugars_intake/ru/
- 2 Голенков В., Макаров-Землянский Я. Использование заменителей сахара в пищевых продуктах // Хлебопродукты. 2008. № 2. С. 40–41.
- 3 Holmes B. Flavor: The Science of Our Most Neglected Sense. 2017. 320 p.
- 4 Breslin P.A.S., Spector A.C. Mammalian taste perception // *Current Biology*. 2008. V. 18. № 4. P. R148-R155.
- 5 Philippaert K. et al. Steviol glycosides enhance pancreatic beta-cell function and taste sensation by potentiation of TRPM5 channel activity // *Nature communications*. 2017. V. 8. P. 14733.
- 6 Anker C.C.B., Rafiq S., Jeppesen P.B. Effect of steviol glycosides on human health with emphasis on type 2 diabetic biomarkers: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials // *Nutrients*. 2019. V. 11. № 9. P. 1965.
- 7 Подпоронова Г.К., Верзилина Н.Д., Полянский К.К. Получение порошкообразного подсластителя из стевии с использованием распылительной сушки // *Пищевая промышленность*. 2005. № 8. С. 134.
- 8 Полянский К.К., Котов В.В., Гасанова Е.С., Шереметова С.Г. Подсластители из растительного сырья при производстве молочных напитков: монография. Воронеж: Истоки. 2010. 100 с.
- 9 Пронина О.В. Напиток на основе молочной сыворотки с добавлением экстракта стевии // *Молочная промышленность*. 2016. № 11. С. 52–53.
- 10 Полянский К.К., Пронина О.В., Чусова А.Е., Магомедов М.Г. и др. Напиток на основе молочной сыворотки с функциональными растительными добавками // *Молочная промышленность*. 2018. № 11. С. 62–63.
- 11 Рейн А.Д., Черемухин А.Д., Козлов В.Д. Перспективные направления воспроизводства ресурсов с целью повышения эффективности производства молока // *Вестник НГИЭИ*. 2017. № 6 (73). С. 101–108.


References

- 1 Guidelines for Sugar Consumption by Adults and Children. 2015. 8 p. Available at: https://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sugars_intake/ru/ (in Russian).
- 2 Golenkov V., Makarov-Zemlyansky Y. Use of sugar substitutes in food products. Bread products. 2008. no. 2. pp. 40–41. (in Russian).
- 3 Holmes B. Flavor: The Science of Our Most Neglected Sense. 2017. 320 p.
- 4 Breslin P.A.S., Spector A.C. Mammalian taste perception. *Current Biology*. 2008. vol. 18. no. 4. pp. R148-R155.
- 5 Philippaert K. et al. Steviol glycosides enhance pancreatic beta-cell function and taste sensation by potentiation of TRPM5 channel activity. *Nature communications*. 2017. vol. 8. pp. 14733.
- 6 Anker C.C.B., Rafiq S., Jeppesen P.B. Effect of steviol glycosides on human health with emphasis on type 2 diabetic biomarkers: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrients*. 2019. vol. 11. no. 9. pp. 1965.
- 7 Podporinova G.K., Verzilina N.D., Polyansky K.K. Obtaining a powdered sweetener from stevia using spray drying. *Food industry*. 2005. no 8. pp. 134. (in Russian).
- 8 Polyansky K.K., Kotov V.V., Hasanova E.S., Sheremetova S.G. Plant-based sweeteners in the production of milk drinks: monograph. Voronezh, Istoki. 2010. 100 p. (in Russian).
- 9 Pronina O.V. A whey-based drink with the addition of stevia extract. *Dairy industry*. 2016. no. 11. pp. 52–53. (in Russian).
- 10 Polyansky K.K., Pronina O.V., Chusova A.E., Magomedov M.G. et al. Drink based on whey with functional herbal additives. *Dairy industry*. 2018. no. 11. pp. 62–63. (in Russian).
- 11 Rein A.D., Chermukhin A.D., Kozlov V.D. Prospective directions for the reproduction of resources in order to increase the efficiency of milk production. *Bulletin NGIEI*. 2017. no. 6 (73). pp. 101–108. (in Russian).

Сведения об авторах

Магомед Г. Магомедов д.т.н., профессор, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, mmg@inbox.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-427-9587>

Information about authors

Magomed G. Magomedov Dr. Sci. (Engin.), professor, bakery technology, confectionery, pasta and grain processing industries department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, mmg@inbox.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-427-9587>

Алла Е. Чусова к.т.н., кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, hycovai@mail.ru

Константин К. Полянский д.т.н., Воронежский филиал «РЭУ им. Г.В. Плеханова», ул. Карла Маркса, 67А, Воронеж, 394036, Россия, tovar201@list.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5659-1423>

Олеся В. Пронина к.т.н., Воронежский филиал «РЭУ им. Г.В. Плеханова», ул. Карла Маркса, 67А, Воронеж, 394036, Россия, olesya.pronina.88@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4779-8609>

Ольга Н. Романова аспирант, Воронежский филиал «РЭУ им. Г.В. Плеханова», ул. Карла Маркса, 67А, Воронеж, 394036, Россия, tovar201@list.ru

Alla E. Chusova Cand. Sci. (Engin.), fermentation and sugar production technologies department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, hycovai@mail.ru

Konstantin K. Polyansky Dr. Sci. (Engin.), professor, Voronezh Branch of the REU named after G.V. Plekhanov, Karla Marksa str., 67A, Voronezh, 394036, Russia, tovar201@list.ru

<https://orcid.org/0000-0002-5659-1423>

Olesya V.Pronina Cand. Sci. (Engin.), Voronezh Branch of the REU named after G.V. Plekhanov, Karla Marksa str., 67A, Voronezh, 394036, Russia, olesya.pronina.88@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4779-8609>

Olga N. Romanova graduate student, Voronezh Branch of the REU named after G.V. Plekhanov, Karla Marksa str., 67A, Voronezh, 394036, Russia, tovar201@list.ru

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 24/06/2019	После редакции 05/07/2019	Принята в печать 17/07/2019
Received 24/06/2019	Accepted in revised 05/07/2019	Accepted 17/07/2019