

УДК 615.322:543.422.3

3.4.2 Фармацевтическая химия, фармакогнозия

DOI: 10.37903/vsgma.2023.2.31 EDN: RKNZPS

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ИМПОРТНОГО СЫРЬЯ СТЕВИИ ПО СОДЕРЖАНИЮ СУММЫ ФЕНИЛПРОПАНОИДОВ© Курдюков Е.Е.¹, Правдивцева О.Е.², Семенова Е.Ф.³, Антропова Н.В.¹, Тарасов М.С.¹¹Пензенский государственный университет, Россия, 440026, Пенза, ул. Красная, 40²Самарский государственный медицинский университет, Россия, 443099, Самара, ул. Чапаевская, 89³Медицинская академия им. С.И. Георгиевского, Россия, 295051, Симферополь, бульвар Ленина, 5/7*Резюме*

Цель. Провести сравнительное фитохимическое исследование содержания суммы фенилпропаноидов в сырье стевии различного происхождения.

Методика. Материалом исследования служили высушенные листья стевии (*Stevia rebaudiana* Bertoni), выращенные в условиях Пензенской, Тверской областях, Республики Крым, Краснодарского края, и импортное сырье из Парагвая и Индии. Содержание суммы фенилпропаноидов оценивали методом прямой спектрофотометрии в пересчете на хлорогеновую кислоту. Для пересчета содержания фенилпропаноидов в извлечении из листьев стевии на хлорогеновую кислоту нами был использован удельный показатель поглощения хлорогеновой кислоты при $\lambda=330$ нм для прямой спектрофотометрии.

Результаты. Проведено исследование содержания суммы фенилпропаноидов в сырье стевии различного происхождения. Методом прямой спектрофотометрии в экстрактах из листьев стевии определены аналитические максимумы исследуемых соединений – 290 и 330 нм. Результаты статистической обработки полученных результатов свидетельствуют о том, что ошибка единичного определения с доверительной вероятностью 95% составляет не более $\pm 1,0\%$ при определении суммы фенилпропаноидов методом прямой спектрофотометрии в пересчете на хлорогеновую кислоту.

Выводы. Определено, что содержание фенилпропаноидов в стевии варьирует в интервале от 6,73 до 10,51%. Отечественное сырье содержит большее количество суммы фенилпропаноидов. Полученные результаты позволяют рекомендовать листья стевии как источник фенилпропаноидов наряду с известными лекарственными растениями. Целесообразно отнесение комплекса фенилпропаноидов к ведущей группе биологически активных соединений листьев стевии.

Ключевые слова: *Stevia rebaudiana* Bertoni, *leaves stevia*, листья стевии, фенилпропаноиды, спектрофотометрия, хлорогеновая кислота

COMPARATIVE ANALYSIS OF DOMESTIC AND IMPORTED RAW MATERIALS OF STEVIA BY THE AMOUNT OF PHENYLPROPANOIDSKurdyukov E.E.¹, Pravdivtseva O.E.², Semenova E.F.³, Antropova N.V.¹, Tarasov M.S.¹¹Penza State University, 40, Krasnaya St., 440026, Penza, Russia²Samara State Medical University, 89, Chapajevskaja St., 443099, Samara, Russia,³Medical Academy named after S.I. Georgievsky, 5/7, Lenin Ave., 295051, Simferopol, Russia*Abstract*

Objective. To conduct a comparative phytochemical study of the amount of phenylpropanoids in stevia raw materials of various origins.

Methodology. The research material was dried stevia leaves (*Stevia rebaudiana* Bertoni), grown in the Penza, Tver regions, the Republic of Crimea, Krasnodar Krai, and imported raw materials from Paraguay and India. The amount of phenylpropanoids was evaluated by direct spectrophotometry in terms of chlorogenic acid. To recalculate the content of phenylpropanoids extracted from stevia leaves for chlorogenic acid, we used the specific absorption index of chlorogenic acid at $\lambda=330$ nm for direct spectrophotometry.

Results. A study of the amount of phenylpropanoids in stevia raw materials of various origins was carried out. The analytical maxima of the studied compounds – 290 and 330 nm – were determined by direct

spectrophotometry in extracts from stevia leaves. The results of statistical processing of the obtained results indicate that the error of a single determination with a 95% confidence probability is no more than $\pm 1.0\%$ when determining the amount of phenylpropanoids by direct spectrophotometry in terms of chlorogenic acid.

Conclusion. It was determined that the content of phenylpropanoids in stevia varies is in the range from 6.73 to 10.51%. Domestic raw materials contain greater amounts of phenylpropanoids. The results obtained allow us to recommend stevia leaves as a source of phenylpropanoids along with well-known medicinal plants. It is advisable to assign the phenylpropanoid complex to the leading group of biologically active compounds of stevia leaves.

Keywords: *Stevia rebaudiana* Bertoni, *leaves stevia*, phenylpropanoids, spectrophotometry, chlorogenic acid

Введение

Стевия Ребо [*Stevia rebaudiana* Bertoni сем. Астровые – *Asteraceae*] является источником получения биологически активных соединений, применяемых в составе комплексной терапии для профилактики и лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта, эндокринной системы, сердечно-сосудистой системы, ротовой полости [1,4,9].

Сырье стевии и препараты на ее основе используются в комплексном лечении и профилактике многих заболеваний самостоятельно и совместно с другими средствами [1,7,8]. Народный опыт применения свидетельствует о ее способности восстанавливать силы человека после нервного и физического истощения. Она улучшает сон, повышает физическую и умственную работоспособность. Благодаря синергизму компонентов, содержащихся в листьях стевии, ее применение устраняет усталость, повышает силовые и динамические характеристики мышц [1,8,9].

Во всех надземных органах стевии обнаружены сладкие дитерпеновые гликозиды: стевииозид, ребаудиозиды, дулиобиозид, стевииолбиозид. Суммарное содержание веществ гликозидного комплекса в листьях колеблется от 5 до 25 % от массы сухих листьев. Кроме комплекса дитерпеновых гликозидов в листьях стевии обнаружены биологически активные соединения других классов химических соединений. Содержится эфирное масло (0,025 – 0,160 %), основными компонентами терпеноидного комплекса являются: кариофилленоксид (17,31 %), спатунелол (8,05 %), фарнезол (5,30 %). Кроме того, листья стевии содержат флавоноиды, сапонины, органические кислоты [2,3,7].

Проблема стандартизации растительного сырья на основе стевии является достаточно актуальной. Стевия является одним из перспективных растительных источников для получения фармацевтических субстанций, обладает широким спектром фармакологической активности, включая гипогликемический, противовоспалительный, адаптогенный и антиоксидантный эффекты. Разработка методов стандартизации лекарственного растительного сырья отражена в работах известных отечественных ученых [5,6,10].

Цель исследования – проведение сравнительного фитохимического исследования содержания суммы фенилпропаноидов в сырье стевии различного происхождения.

Методика

Материалом исследования служили высушенные листья стевии (*Stevia rebaudiana* Bertoni), выращенные в условиях Пензенской, Тверской областях, Республики Крым, Краснодарского края, импортное сырье из Парагвая и Индии. Содержание суммы фенилпропаноидов оценивали методом прямой спектрофотометрии в пересчете на хлорогеновую кислоту [6].

Методика количественного определения суммы флавоноидов в водно-спиртовом извлечении

стевии. 1,0 г измельченного сырья (точная масса) помещали в колбу со шлифом вместимостью 250 мл, приливали 100 мл экстрагента спирта этилового различной концентрации (95%, 70%, 40%), присоединяли к обратному холодильнику, нагревали на кипящей водяной бане в течение 45 минут с момента закипания экстрагента в колбе. После охлаждения полученные извлечения фильтровали через бумажный фильтр, смоченный тем же спиртом, отбрасывая первые 10 мл фильтрата (раствор А). Затем в мерную колбу вместимостью 25 мл помещали 0,5 мл полученного фильтрата и

доводили объём экстрагентом до метки (раствор Б). Оптическую плотность раствора Б измеряли на спектрофотометре при длине волны 330 нм. В качестве раствора сравнения использовали спирт этиловый концентрации 95%, 70% и 40%.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате количественного определения суммы фенилпропаноидов методом прямой спектрофотометрии листьев стевии, содержание рассчитывали в % по формуле:

$$X = \frac{D \times 25 \times 100 \times 100}{0,5 \times m \times 497 \times (100 - W)}$$

где, D – оптическая плотность испытуемого раствора; m – масса сырья, г; W – потеря в массе при высушивании сырья (влажность), %; 497 – удельный показатель поглощения хлорогеновой кислоты при 330 нм.

Количественное определение суммы фенилпропаноидов в стевии листьях спектрофотометрическим методом проводили в пересчете на хлорогеновую кислоту, исходя из спектров извлечения из стевии и хлорогеновой кислоты (рис. 1).

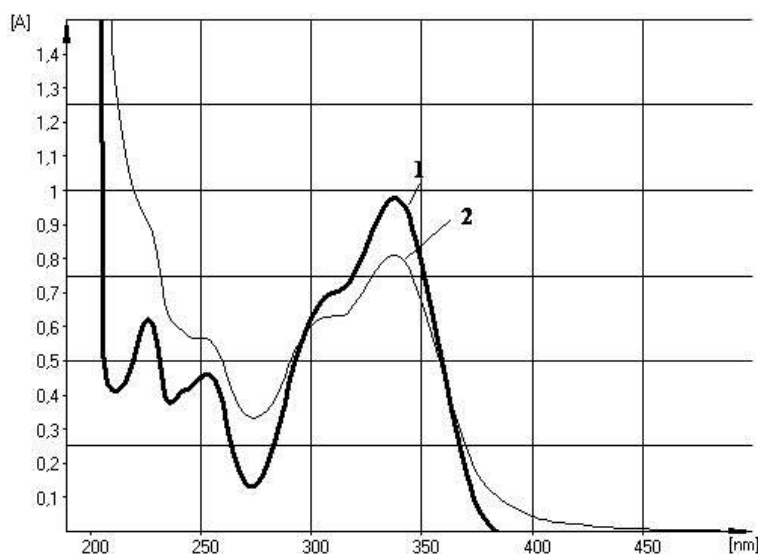


Рис.1. УФ-спектр извлечения из стевии листьев (1:5000) исходный (2) и хлорогеновой кислоты (1)

С целью пересчета содержания веществ фенольной природы в извлечении из листьев стевии на хлорогеновую кислоту нами был использован удельный показатель поглощения хлорогеновой кислоты при $\lambda=330$ нм для прямой спектрофотометрии [9,10,11]. Значение $E_{1\%}^{1\text{см}}=497$ было включено в формулу расчета, что позволило не использовать CO хлорогеновой кислоты в последующих определениях. Определены максимумы собственного поглощения фенилпропаноидов спиртовых экстрактов из листьев стевии – 290 нм (плечо) и 330 нм (максимум).

В результате проведенного исследования были проанализированы образцы стевии различного региона произрастания (табл.1).

Установлено, что содержание фенилпропаноидов в стевии листьях (по CO хлорогеновой кислоты) варьирует от 6,73 до 10,73%.

Таблица 1. Содержание суммы фенолпропаноидов в высушенных стевии листьях, % (среднее значение)

№ п/п	Сорт стевии, место произрастания	Спирт, %	Содержание фенолпропаноидов, % (по удельному показателю поглощения хлорогеновой кислоты при $\lambda = 330$ нм)
1	Рамонская сладостена (Россия, Краснодар)	70	10,73±0,06
2	Рамонская сладостена (Россия, Пенза)	70	10,51±0,05
3	Рамонская сладостена (Россия, Тверь)	70	10,06±0,05
4	Стевия (Парагвай)	70	8,38±0,05
5	Стевия (Индия)	70	6,73±0,04
6	Рамонская сладостена (Россия, Крым)	70	10,03±0,05

Метрологические характеристики методики количественного определения суммы фенолпропаноидов в сырье стевии методом прямой спектрофотометрии указаны в таблице 2. Результаты статистической обработки полученных результатов свидетельствуют о том, что ошибка единичного определения с доверительной вероятностью 95% составляет не более ±1,0% при определении суммы фенолпропаноидов методом прямой спектрофотометрии в пересчете на хлорогеновую кислоту.

Таблица 2. Метрологические характеристики методики количественного определения суммы фенолпропаноидов в листьях стевии

ЛРС	N	F	\bar{X}	S^2	S	P, %	t (P, f)	$\Delta \bar{X}$	E, %
Рамонская сладостена (Краснодар)	5	4	10,73	0,00237	0,048683	95	2,776	±0,042	±0,56

Заключение

Отечественное сырье содержит большее количество суммы фенолпропаноидов по сравнению с импортными образцами. Полученные результаты позволяют поставить листья стевии по содержанию фенолпропаноидов в один ряд с известными лекарственными растениями – источниками фенолпропаноидов. Целесообразными являются дальнейшие исследования по изучению сырья стевии и разработке фармацевтических субстанции на его основе.

Литература (references)

- Горбатенко Л.Е. Стевия – ценное пищевое и лекарственное растение / Л. Е. Горбатенко, О. О. Дзюба // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: материалы V Междунар. симпозиума. – М., 2003. – Т.3. – С. 317–319. [Gorbatenko L.E. Dzjuba O.O. *Novye i netradicionnyye rastenija i perspektivy ih ispol'zovanija: materialy V Mezhdunar. simpoziuma*. New and non-traditional plants and prospects for their use: materials of the V International. Symposium. – 2003. V.3. – P.317–319. (in Russian)]
- Изучение химического состава стевии листьев / Пономарева Т.А., Горбунова А.А., Ульянычева К.А., Курдюков Е.Е., Таборова А.И. // Вестник Пензенского государственного университета. – 2019. – №4 (28). – С. 65–68. [Ponomareva T.A., Gorbunova A.A., Ul'janycheva K.A., Kurdjukov E.E., Taborova A.I. *Vestnik Penzenskogo gosudarstvennogo universiteta*. Bulletin of the Penza State University. – 2019. – 4(28). – P.65–68. (in Russian)]
- Курдюков Е.Е. К вопросу стандартизации по содержанию флавоноидов листьев стевии как нового вида лекарственного растительного сырья / Е.Е. Курдюков, А.В. Кузнецова, Е.Ф. Семенова, И.Я. Моисеева // Химия растительного сырья. – 2019. – № 1. – С. 217–224. DOI:10.14258/jcprm.2019014067 [Kurdjukov E.E., Kuznecova A.V., Semenova E.F., Moiseeva I.Ja. // *Himija rastitel'nogo syr'ja*. Chemistry of plant raw materials. – 2019. – N1. – P. 217–224. (in Russian)]
- Курдюков Е.Е. Макро- и микроморфологические особенности листьев стевии Ребо *Stevia rebaudiana* Bertoni при интродукции в Среднем Поволжье / Е.Е. Курдюков, Е.Ф. Семенова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. Медицина и фармация. – 2017. – №26. – С. 137–145. [Kurdjukov E.E., Semenova E.F. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.*

- Medicina i farmacija*. Scientific Bulletin of Belgorod State University. Ser. Medicine and Pharmacy. – 2017. – N26. – P.137-145. (in Russian)]
5. Куркин В.А. Фенилпропаноиды лекарственных растений. Распространение, классификация, структурный анализ, биологическая активность // Химия природ. соединений. – 2003. – №2. – С.87-110. [Kurkin V.A. *Himija prirod. soedinenij*. Chemistry of natures. Connections. – 2003. – N2. – P.87-110. (in Russ.)]
 6. Куркин В.А., Авдеева Е.В. Проблемы стандартизации растительного сырья и препаратов, содержащих фенилпропаноиды // Фармация. – 2009. – Т.57. – №1. – С. 51-54. [Kurkin V.A., Avdeeva E.V. *Farmacija*. Pharmacy. – 2009. – V.57, N1. – P. 51-54. (in Russian)]
 7. Подпорнинова Г.К., Верзилина Н.Д., Полянский К.К. Химический состав растительного сырья стевии // Известия вузов. Пищевая технология. – 2005. – №4. – С. 74-75. [Podporinova G.K., Verzilina N.D., Poljanskij K.K. *Izvestija vuzov. Pishhevaja tehnologija*. News of universities. Food technology. – 2005. – N4. – P. 74-75. (in Russian)]
 8. Семенова Е.Ф. Антимикробная активность извлечений из сырья стевии / Е.Ф. Семенова, Е.Е. Курдюков, А.И. Шпичка // Сб. ст. VI Междунар. науч. конф. «Актуальные проблемы медицинской науки и образования» АПМНО-2017 (Пенза, 14-15 сентября 2017 г.) – Пенза: Изд-во ПГУ. – 2017. – С. 144-146. [Semenova E.F., Kurdjukov E.E., Shpichka A.I. *Sb. st. VI Mezhdunar. nauch. konf. «Aktual'nye problemy medicinskoj nauki i obrazovanija» APMNO-2017 (Penza, 14-15 sentjabrja 2017)*. Sat. art. VI International Scientific Conference "Actual problems of medical science and education" APMNO-2017. – Penza: Izd-vo PGU. – 2017. – P. 144-146. (in Russian)]
 9. Семенова Н.А. Стевия – растение XXI века / Н. А. Семенова. – СПб. : ДИЛЯ, 2005. – 160 с. [N. A. Semenova. – SPb.: DILJa, 2005. – 160 p. (in Russian)]
 10. Сливкин А.И. Физико-химические и биологические методы оценки качества лекарственных средств / А.И. Сливкин, В.Ф. Селеменов, Е. А. Суховерхова; под ред. В.Г. Артюхова, А.И. Сливкина. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та., 1999. – 368 с. [Slivkin A.I. Selemenov V.F., Suhoverhova E.A. *Fiziko-ximicheskie i biologicheskie metody` ocenki kachestva lekarstvenny`x sredstv. Pod red. Artjuhova V.G., Slivkina A.I.* Physico-chemical and biological methods for evaluating the quality of medicines. – Voronezh: Izd-vo Voronezh. gos. un-t., 1999. – 368 p. (in Russian)]

Информация об авторах

Курдюков Евгений Евгеньевич – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры «Общая и клиническая фармакология» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» Минздрава России. E-mail: e.e.kurdyukov@mail.ru

Правдивцева Ольга Евгеньевна – доктор фармацевтических наук, профессор кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: pravdivtheva@mail.ru

Семенова Елена Федоровна – кандидат биологических наук, профессор кафедры «Фармация» Медицинской академии имени С.И. Георгиевского ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского». E-mail: sef1957@mail.ru

Антропова Наталья Викторовна – старший преподаватель кафедры английского языка ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» Минздрава России.

Тарасов Максим Сергеевич – студент ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» Минздрава России.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 17.03.2023

Принята к печати 15.06.2023