

УДК 615.014:582.736

3.4.2 Фармацевтическая химия, фармакогнозия

DOI: 10.37903/vsgma.2025.4.23 EDN: LWYVIK

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАВЫ АСТРАГАЛА ЭСПАРЦЕТОВОГО *ASTRAGALUS ONOBRYCHIS* L.**© Лабковская М.В.¹, Шмыгарева А.А.¹, Куркин В.А.², Кочукова А.А.¹**¹Оренбургский государственный медицинский университет, Россия, 460000, Оренбург, ул. Советская, 6²Самарский государственный медицинский университет, Россия, 443099, Самара, ул. Гагарина, 18*Резюме***Цель.** Разработка методики количественного определения суммы флавоноидов в траве астрагала эспарцетового *Astragalus onobrychis* L.**Методика.** Объектами исследования служили образцы травы астрагала эспарцетового (*Astragalus onobrychis* L.) производства ООО «Травы Горного Крыма», Россия, г. Крым, 2024 год; ООО «Русские корни», Россия, Ростовская обл., 2024 год; ООО «Вита», Россия, г. Барнаул, 2024 г. Электронные спектры измерялись на УФ-спектрофотометре UNICO 2800, ультразвуковая ванна Вилитек VBS, водяная баня «ЛАБ-ТБ-6/Ш», испаритель ротационный «ИР-1 ЛТ».**Результаты.** Статья отражает предложенную методику количественного определения содержания суммы флавоноидов в сырье астрагала эспарцетового (*Astragalus onobrychis* L.), основанный на экстракции биологически активных веществ методом вакуумного кипения, при температурном режиме 60°C, в течение 10 мин. Этот подход позволяет достичь максимального выхода флавоноидов – до 2,95% в пересчёте на гиперозид. Методика отличается простотой исполнения и минимальными временными затратами, что делает её эффективной для анализа растительного сырья.**Заключение.** В ходе разработки методики количественного определения активных компонентов травы астрагала эспарцетового были определены оптимальные условия экстракции сырья, что способствует значительному увеличению выхода флавоноидов при минимальных затратах времени на исследование.**Ключевые слова:** астрагал эспарцетовый, *Astragalus onobrychis* L., флавоноиды, гиперозид, стандартизация, спектрофотометрияDEVELOPMENT OF A METHOD FOR THE QUANTITATIVE DETERMINATION OF THE HERB OF ASTRAGALUS ESPARSET *ASTRAGALUS ONOBRYCHIS* L.Labkovskaya M.V.¹, Shmygareva A.A.¹, Kurkin V.A.², Kochukova A.A.¹¹Orenburg State Medical University, 6, Sovetskaya St., 460000, Orenburg, Russia²Samara State Medical University, 18, Gagarin St., 443099, Samara, Russia*Abstract***Objective.** Development of a technique for the quantitative determination of the amount of flavonoids in the herb of *Astragalus onobrychis* L.**Methods.** The objects of the study were samples of the herb Astragalus esparset (*Astragalus onobrychis* L.) produced by LLC Herbs of the Mountain Crimea, Russia, Crimea, 2024; LLC Russian Roots, Russia, Rostov region, 2024. The electronic spectra were measured using a UNICO 2800 UV spectrophotometer, a Vilitek VBS ultrasonic bath, a LAB-TB-6/Sh water bath, and an IR-1 LT rotary evaporator.**Results.** The article reflects the proposed method for quantifying the amount of flavonoids in the raw materials of Astragalus esparset (*Astragalus onobrychis* L.), based on the extraction of biologically active substances by vacuum boiling, at a temperature of 60°C, for 10 minutes. This approach makes it possible to achieve the maximum yield of flavonoids – up to 2,95% in terms of hyperoside. The technique is characterized by simplicity of execution and minimal time costs, which makes it effective for the analysis of plant raw materials.**Conclusions.** During the development of a method for the quantitative determination of the active components of the herb astragalus esparset, optimal extraction conditions for raw materials were

determined, which contributes to a significant increase in the yield of flavonoids with minimal time spent on research.

Keywords: astragalus esparset, *Astragalus onobrychis* L., flavonoids, hyperoside, standardization, spectrophotometry

Введение

С каждым годом растет спрос потребителей на лекарственные препараты из растительного сырья. Это связано со стремлением людей к здоровому образу жизни, который включает в себя профилактику тех или иных заболеваний. Лекарственные растительные препараты имеют натуральный состав, а соответственно минимальные побочные эффекты, по этой причине, возможен достаточно продолжительный их прием.

Природные соединения, такие как алкалоиды, карденолиды, флавоноидные гликозиды и ацилкумарины, играют важную роль в современной медицине благодаря своей биологической активности и уникальному сочетанию веществ, которые сложно воспроизвести синтетическим путем. Растительные экстракты содержат широкий спектр биологически активных компонентов, оказывающих комплексное воздействие на организм человека [2]. В связи с этим, растительные лекарственные препараты пользуются спросом, как в качестве самостоятельного средства, так и в комплексе с основной терапией. Зачастую, эти препараты назначают и после основного лечения, в качестве поддерживающей терапии [3].

Для обеспечения качества и эффективности лекарственных препаратов растительного происхождения необходима стандартизация методов количественного определения биологически активных веществ. Современные подходы к количественному определению лекарственного растительного сырья (ЛРС) объединяют в себе различные аналитические методы, каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения. Выбор конкретного метода зависит от типа анализируемого сырья, целевых соединений и требований к точности результатов [10]. Постоянное развитие технологий и внедрение новых подходов позволяют улучшать качество контроля ЛРС и повышать эффективность производства лекарственных препаратов. Количественное определение действующих веществ в ЛРС является важным этапом в фармацевтической практике, поскольку от точности этого процесса зависит эффективность и безопасность лекарственных препаратов.

Фармакопейные методики экстракции, такие как мацерация, перколяция, реперколяция широко распространены, но они требуют усовершенствования, для того, чтобы идти в ногу со временем.

Цель исследования – разработка методики количественного определения суммы флавоноидов в траве астрагала эспарцетового (*Astragalus onobrychis* L.). Для достижения этой цели предлагается использовать усовершенствованный метод экстрагирования – режим вакуумного кипения, который позволяет увеличить выход действующих веществ и сократить время анализа по сравнению с традиционными фармакопейными методами, такими как мацерация, перколяция и реперколяция.

Методика

Количественное определение действующих веществ водного спиртового извлечения из травы астрагала эспарцетового (*Astragalus onobrychis* L.) выполняли спектрофотометрическим методом, в основе которого лежит реакция комплексообразования с использованием 5% раствора алюминия хлорида ($AlCl_3$). Появление пика поглощения при длине волны около 399 ± 2 нм свидетельствует о наличии флавоноидных соединений, поскольку такие соединения часто проявляют характерное поглощение в этой области спектра. В частности, гиперозид – один из представителей флавоноидов, который является доминирующим в астрагале эспарцетовом и имеет пик поглощения в данной области [7, 8]. При отсутствии стандартного образца в формуле может быть использовано теоретическое значение удельного показателя поглощения гиперозида ($E_{1\text{cm}}^{1\text{cm}} = 330$) – 330 [9]. Оптимальные условия экстрагирования были подобраны экспериментальным путем. Опробованы следующие методы: мацерация, а также мацерации с использованием ультразвуковой бани с частотой 40 кГц при температурном режиме 40°C [1] и предложенный нами метод экстракции в режиме вакуумного кипения. Менялись основные параметры экстрагирования (табл. 1), такие как концентрация экстрагента – в данной ситуации используется спирт этиловый разной

концентрации; время экстракции – продолжительность воздействия экстрагента на сырье; использование ультразвуковой бани – ультразвук помогает разрушать клеточные структуры растений, облегчая доступ экстрагента к активным веществам. Это ускоряет процесс экстракции и повышает её эффективность; экстракция в режиме вакуумного кипения основным преимуществом является скорость процесса.

Для лучшего прохождения экстракции в режиме вакуумного кипения использовали растворитель в кислой среде с pH=2. Электронные спектры снимали с помощью УФ-спектрофотометра UNICO 2800 (рис. 1).

Таблица 1. Влияние различных факторов на полноту извлечения из травы астрагала эспарцетового (*Astragalus onobrychis* L.)

Концентрация этилового спирта, %	Соотношение «сырье : экстрагент»	Время экстракции, мин	Содержание суммы флавоноидов, %
96	1:100	30 мин. водяная баня	1,05±0,02
70	1:100	30 мин. водяная баня	1,53±0,02
50	1:100	30 мин. водяная баня	1,37±0,03
40	1:100	30 мин. водяная баня	1,45±0,03
70	1:100	60 мин. водяная баня	2,42±0,04
70	1:100	90 мин. водяная баня	2,93±0,04
70	1:100	15 мин. водяная баня + 15 мин. УЗ	1,53±0,02
70	1:50	20 мин. в режиме вакуумного кипения	1,85±0,04
70	1:100	20 мин. в режиме вакуумного кипения	2,95±0,04

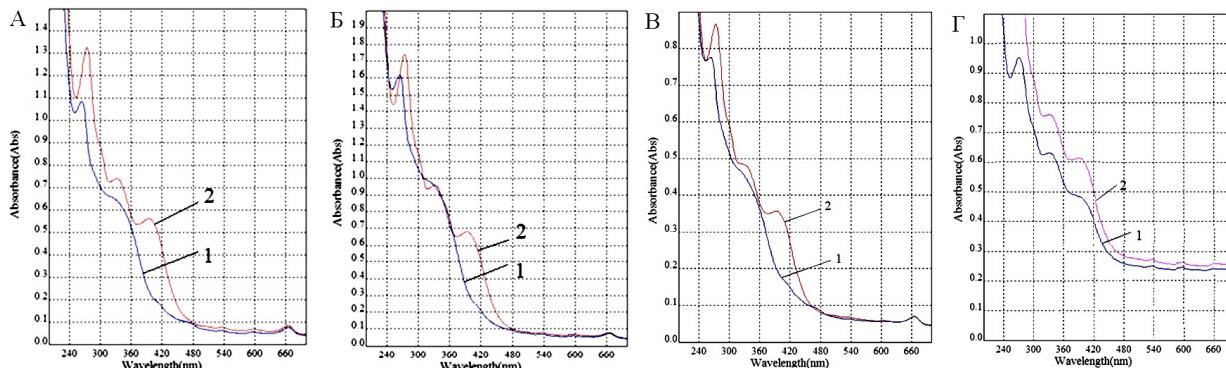


Рис. 1. Электронные спектры раствора водно-спиртового извлечения травы (1) астрагала эспарцетового с 5% раствором алюминия хлорида (2). А – мацерация 70% спиртом 60 мин. на водяной бане; Б – мацерация 70% спиртом 90 мин. на водяной бане; В – мацерация 70% спиртом 15 мин. на водяной бане + 15 мин. УЗ; Г – режим вакуумного кипения 70% спиртом 20 мин.

Было проведено сравнительное определение суммы флавоноидов в экстрактах, полученных из астрагала эспарцетового разных производителей (табл. 2).

Таблица 2. Качественное содержание суммы флавоноидов в траве астрагала эспарцетового (*Astragalus onobrychis* L.) разных производителей

№	Производитель	Условия экстракции	Содержание суммы флавоноидов, %
1	ООО «Травы Горного Крыма», Россия, Крым, 2024 год	1:100, экстрагент 70% спирт, в режиме вакуумного кипения 20 мин.	2,93±0,04
2	ООО «Русские корни», Россия, Ростовская обл., 2024 год	1:100, экстрагент 70% спирт, в режиме вакуумного кипения 20 мин.	2,91±0,04
3	ООО «Вита», Россия, г. Барнаул, 2024 г.	1:100, экстрагент 70% спирт, в режиме вакуумного кипения 20 мин.	2,97±0,04

Методика количественного определения суммы флавоноидов в водно-спиртовом извлечении травы астрагала эспарцетового. Аналитическую пробу сырья измельчают до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями диаметром 1 мм 1 г измельченного сырья (точная навеска) помещают в колбу со шлифом вместимостью 100 мл, прибавляют 100 мл, 70% спирта этилового. Колбу закрывают пробкой, взвешивают с точностью до $\pm 0,01$, помещают в ротационный испаритель (умеренное кипение) и добавляют 2 мл, 6% уксусной кислоты в течение 20 мин., при температуре 60°C. После чего взвешивают и восполняют недостающий экстрагент до первоначальной массы. Извлечение фильтруют через бумажный фильтр («красная» полоса). Испытуемый раствор готовят следующим образом: 1,0 мл полученного извлечения помещают в мерную колбу вместимостью 25 мл, добавляют 2,0 мл 5% алюминия хлорида и доводят объем раствора до метки 96% спиртом этиловым. Измеряют оптическую плотность на спектрофотометре через 30 мин., после появления устойчивого окрашивания, при длине волны 399 нм, в результате виден батохромный сдвиг (рис.1 Г.) В качестве раствора сравнения используют раствор, полученный следующим образом: 1,0 мл извлечения помещают в мерную колбу вместимостью 25 мл и доводят объем раствора 96% спиртом этиловым до метки.

Результаты исследования и их обсуждение

Предлагаемый метод вакуумного кипения позволяет решить проблему затрат времени на проведение анализа и повысить точность результатов [4, 5]. Таким образом, исследование направлено на разработку надежной и эффективной методики количественного определения флавоноидов в траве астрагала эспарцетового, что имеет большое значение для фармацевтической промышленности и медицинской практики [6]. В результате количественного определения суммы флавоноидов методом прямой спектрофотометрии травы астрагала эспарцетового, содержание рассчитывали в % по формуле:

$$X = \frac{D \times 25 \times 100 \times 100}{m \times 330 \times (100 - W) \times 2}$$

, где D – оптическая плотность испытуемого раствора; m – масса сырья, г; 330 – удельный показатель превращения гиперозида; W – потеря в массе при высушивании, в процентах.

Оптимальными условиями экстрагирования были выявлены: соотношение «сырец : экстрагент» 1:100, экстрагент – спирт 70%, для лучшего выхода действующих веществ экстрагент подкисляли до $\text{pH}=2$, 6% уксусной кислотой. Время экстракции – 20 мин. в режиме вакуумного кипения при $t=60^\circ\text{C}$. Сумма флавоноидов (в пересчете на гиперозид) составила $2,95\% \pm 0,04$. Метрологические характеристики методики количественного определения содержания суммы флавоноидов в режиме вакуумного кипения в сырье астрагала эспарцетового представлены в таблице 2.

Таблица 2. Метрологические характеристики методики количественного определения суммы флавоноидов в сырье астрагала эспарцетового (*Astragalus onobrychis* L.)

f	\bar{X}	S	$P, \%$	$t (P, f)$	ΔX	$E, \%$
10	2,95	0,0692	95	2,23	$\pm 0,1545$	$\pm 5,24$

Результаты статистической обработки проведенных опытов свидетельствуют о том, что ошибка единичного определения суммы флавоноидов составляет $\pm 5,24\%$.

Заключение

Проанализированы условия и параметры экстрагирования травы астрагала эспарцетового. Способ экстракции с использованием ультразвуковой ванны с частотой 40 кГц при температурном режиме 40°C, не увеличил выход флавоноидов для данного вида астрагала. В представленной статье представлена разработанная авторами методика спектрофотометрического количественного определения суммы флавоноидов в траве астрагала эспарцетового (в пересчете на гиперозид) при использовании экстракции в режиме вакуумного кипения, в течение 20 мин. при температуре

60°C. Преимущества метода вакуумного кипения: разрыхление глубоких слоев: вакуумное кипение способствует разрыхлению более глубоких слоев структуры материала, что улучшает смачивание и пропитку сырья экстрагентом; эффективная экстракция: создаются оптимальные условия для эффективного извлечения биологически активных веществ, включая флавоноиды; сокращение времени анализа: усовершенствованная методика позволяет значительно уменьшить время, необходимое для проведения анализа; увеличение выхода действующих веществ: метод обеспечивает больший выход экстрактивных веществ по сравнению с классическими фармакопейными методами.

Содержание суммы флавоноидов в сырье равно 2,95%. Разработанная методика по сравнению с фармакопейными методами позволяет существенно сократить время исследования и при этом получить достаточно высокое содержание действующих веществ. Исходя из полученных данных, можно рекомендовать нижний предел содержания суммы флавоноидов в астрагале эспарцетовом, не менее $2,5 \pm 0,04\%$.

Литература (references)

1. Государственная фармакопея XV издания. 04.07.2024. URL:<https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-5/1-5-2/travy/> [Gosudarstvennaya farmakopeya XV izdaniya. 04.04.2025. URL:<https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-5/1-5-2/travy/> (in Russian)]
2. Куркин В.А. Фармакогнозия / А.В. Куркин. – Самара: Офорт, 2004. – 1179. [Kurkin V.A. Farmakognoziya. Samara: Ofort, 2004. – 1179 p. (in Russian)]
3. Куркин, В.А. Актуальные аспекты стандартизации видов лекарственного сырья, включенных в государственную фармакопею Российской Федерации XIII издания // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Самара, 2016. – Т.18, №2(3). – С. 730-736. [Kurkin, V.A. Actual aspects of standardization of medicinal plant raw materials included in the State Pharmacopoeia of the Russian Federation of the XIII edition // Izvestiya Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. – 2016. – V.18, N2(3). – P.730-736. (in Russian)]
4. Молчанов Г.И. Интенсивная обработка лекарственного сырья. – М.: Медицина, 1981. – 208 с. [Molchanov G.I. Intensive processing of medicinal raw materials. – M.: Medicina, 1981. – 208 p. (in Russian)]
5. Самылина И.А. Фармакогнозия: учебник / И. А. Самылина, Г. П. Яковлев - Москва: ГЭОТАР-Медиа – 2016. – С. 102-104 [Samylina, I. A. Farmakognoziya: uchebnik / I.A. Samylina, G.P. Jakovlev A. Moskva: GJeOTAR-Media – 2016. – P. 102-104. (in Russian)]
6. Пономарев В.Д. Экстрагирование лекарственного сырья. – М., Медицина, 1976. – 204 с. [Ponomarev V.D. Ekstragirovaniye lekarstvennogo syr'ya. – M., Medicina, 1976. – 204 p. (in Russian)]
7. Статистическая обработка результатов физических, физико-химических и химических испытаний ОФС.1.1.0013. Государственная фармакопея Российской Федерации XV издания. – 04.04.2025. URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-1/statisticheskaya-obrabotka-rezul'tatovfizicheskikh-fiziko-khimicheskikh-i-khimicheskikh-ispytaniy/> [Gosudarstvennaya farmakopeya Rossijskoj Federacii XV izdaniya. General pharmacopoeia statistics. (in Russian)]
8. Чуешов В.И., Чернов М.Ю., Хохлова Л.М. и др. Промышленная технология лекарств: Учебник для студентов высших учебных заведений. В 2-х т. – Т.2 – Харьков: НФАУ МТК – Книга, 1999. – 704 с. [Chueshov V.I., Chernov M.Yu., Hohlova L.M. i dr. Promyshlennaya tekhnologiya lekarstv: Uchebnik dlya studentov vysshih uchebnyh zavedenij. V 2-h t. – V.2 – Har'kov: NFAU MTK – Kniga, 1999. – 704 p. (in Russian)]
9. Bao T., Wang Y., Sun C. et al. Optimization of flavonoids extraction from Tartary buckwheat rice and analysis of its hypoglycemic activity // Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. – 2016. – V.32, N2. – P. 383-389.
10. Li J., Yang P., Yang Q. et al. Analysis of flavonoid metabolites in buckwheat leaves using UPLC-ESI-MS/MS // Molecules. – 2019. – V.24. – P. 1310.
11. Rui J., Hua-Qiang L., Chang-Ling H. et al. Phytochemical and Pharmacological Profiles of Three *Fagopyrum* Buckwheats // International Journal of Molecular Sciences. – 2016. – V.17. – P. 589.
12. Sonam T., Talat A., Sanjay S. An incisive review on Buckwheat – A potential underutilized millet // Journal of Drug Research in Ayurvedic Sciences. – 2023. – V.8. – P. 64-75.

Информация об авторах

Лабковская Майя Викторовна – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры управления и экономики фармации, фармацевтической технологии и фармакогнозии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. E-mail: labkovskayam@bk.ru

Шмыгарева Анна Анатольевна – доктор фармацевтических наук, заведующая кафедрой управления и экономики фармации, фармацевтической технологии и фармакогнозии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. E-mail: a.shmygareva@mail.ru

Куркин Владимир Александрович – доктор фармацевтических наук, заведующий кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. E-mail: Kurkinvladimir@yandex.ru

Кочукова Анна Александровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры управления и экономики фармации, фармацевтической технологии и фармакогнозии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. E-mail: annet512@rambler.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 06.03.2025

Принята к печати 28.11.2025