Научный обзор | Review
DOI: https://doi.org/10.35693/AVP677190

This work is licensed under CC BY 4.0
©Authors, 2025

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММЫ ФЛАВОНОИДОВ В ТРАВЕ АСТРАГАЛА СОЛОДКОЛИСТНОГО (*ASTRAGALUS GLYCYPHYLLUS* L.)

Т.А. Позднякова

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» (Орел, Российская Федерация)

Для цитирования: Позднякова Т.А. **Разработка методики количественного определения суммы флавоноидов в траве астрагала солодколистного (*Astragalus Glycyphyllus* L.).** *Аспирантский вестник Поволжья*. 2025;25(2):69-74. DOI: https://doi.org/10.35693/AVP677190

Сведения об авторе

Позднякова Татьяна Александровна – канд. фарм. наук, доцент, доцент кафедры фармакологии, клинической фармакологии и фармации. ORCID: 0000-0002-6058-6619 E-mail: pozdnyakova.tatyana.72@mail.ru

Получено: 15.03.2025 Одобрено: 31.03.2025 Опубликовано: 29.05.2025

Аннотация

Цель – разработка методики количественного определения суммы флавоноидов в траве астрагала солодколистного.

Материал и методы. В качестве объекта исследования был использована трава многолетнего дикорастущего травянистого растения астрагала солодколистного – *Astragalus glycyphyllus* L., семейства бобовые – *Fabaceae*, заготовленная на территории Курской области в течение 2023–2024 гг. Сырье заготавливалось самостоятельно в фазу массового цветения растения. При всем многообразии методик количественного определения содержания флавоноидов в растительном сырье было решено выбрать дифференциальную спектрофотометрию, как наиболее удобную и воспроизводимую. На начальном этапе разработки методики были определены условия экстрагирования сырья, позволяющие добиться максимального извлечения флавоноидов. Далее опытным путем были подобраны наиболее подходящие условия комплексообразования и спектрофотометрирования. Собственно спектрофотометрирование осуществляли на спектрофотометре СФ-2000 в диапазоне длин волн от 350 до 450 нм.

Результаты. Наибольшего выхода флавоноидов из травы астрагала солодколистного можно добиться, если выполнять следующие условия: степень измельчения сырья 1 мм, экстрагент – спирт этиловый 70%, экстракция с нагреванием на кипящей водяной бане в течение 45 минут. Оптимальными условиями протекания реакции комплексообразования с хромогенным реактивом является использование 2 мл 5% раствора алюминия хлорида. Устойчивое окрашивание извлечений из сырья с алюминия хлоридом наступает через 15 минут и сохраняется в течение 90 минут. Измерение оптической плотности проводили при длине волны 405 ± 5 нм, что является максимумом поглощения для данного вида сырья. Поскольку это значение совпадает с максимумом поглощения гиперозида с алюминия хлоридом, то в качестве стандартного образца был использован СО гиперозид ООО «Фитопанацея». Как показали результаты, содержание суммы флавоноидов в траве астрагала солодколистного в пересчете на гиперозид в среднем составляет 1,03 ± 0,041%, ошибка единичного определения с вероятностью 95% не превышает 4,51%. Исходя из данных значений, рекомендуется установить норму содержания флавоноидов в траве астрагала солодколистного не менее 1,0%.

Выводы. Разработанная методика может быть использована для стандартизации сырья «Астрагала солодколистного трава» по содержанию флавоноидов как основной группы действующих веществ при разработке нормативной документации и определении товароведческих характеристик анализируемого сырья.

Ключевые слова: астрагал солодколистный (*Astragalus glycyphyllus* L.), флавоноиды, реакция комплексообразования, спектрофотометрический метод.

Конфликт интересов: *не заявлен.*

Список сокращений

БАВ – биологически активное вещество; ВЭЖХ – высокоэффективная жидкостная хроматография; СО –стандартный образец.

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR QUANTITATIVE DETERMINATION OF TOTAL FLAVONOIDS IN *ASTRAGALUS GLYCYPHYLLUS* L. HERB

Tatyana A. Pozdnyakova

Orel State University named after I.S. Turgenev (Orel, Russian Federation)

Citation: Pozdnyakova TA. **Development of a method for quantitative determination of total flavonoids in *Astragalus Glycyphyllus* L. herb.** *Aspirantskiy vestnik Povolzhiya*. 2025;25(2):69-74. DOI: https://doi.org/10.35693/AVP677190

Information about author

Tatyana A. Pozdnyakova – Cand. Sci. (Pharmacy), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Pharmacology, Clinical Pharmacology and Pharmacy. ORCID: 0000-0002-6058-6619 E-mail: pozdnyakova.tatyana.72@mail.ru

Received: 15.03.2025 Accepted: 31.03.2025 Published: 29.05.2025

- **Abstract**

Aim – to develop a method for the quantitative determination of the amount of flavonoids in the herb of *Astragalus glycyphyllus*.

Material and methods. The object of the study was the herb of a perennial wild herbaceous plant, Licorice-leaved Astralagus herb, *Astragalus glycyphyllus* L., of the legume family *Fabaceae*, harvested in the Kursk region during 2023-2024. The raw materials were harvested independently during the mass flowering phase of the plant. With all the variety of methods for quantitative determination of the flavonoid content in plant raw materials, differential spectrophotometry was chosen as the most convenient and reproducible method. At the initial stage of the methodology development, the conditions for raw material extraction were determined, allowing for maximum extraction of flavonoids. Then, the most suitable conditions for complexation and spectrophotometry were selected empirically. Spectrophotometry itself was carried out on an SF-2000 spectrophotometer in the wavelength range from 350 to 450 nm.

Results. The highest yield of flavonoids from the herb of *Astragalus glycyphyllus* can be achieved in the following conditions: the raw material is ground to 1 mm, the extraction agent is 70% ethyl alcohol, extraction is performed with heating in a boiling water bath for 45 minutes. The optimal conditions for the reaction of complexation with a chromogenic reagent are the use of 2 ml of a 5% solution of aluminum chloride. Stable coloration of extracts from raw materials with aluminum chloride occurs after 15 minutes and lasts for 90 minutes. Measurement of optical density were carried out at a wavelength of 405 ± 5 nm, which is the absorption maximum for this type of raw material. Since this value coincides with the absorption maximum of hyperoside with aluminum chloride, the hyperoside of Fitopanatseya LLC was used as a standard sample. As the results showed, the content of the sum of flavonoids in the herb of Astragalus glycyphyllus in terms of hyperoside averages 1.03 ± 0.041%, the error of a single determination with a probability of 95% does not exceed 4.51%. Based on these values, it is recommended to establish the standard of flavonoid content in the herb of Astragalus glycyphyllus of at least 1.0%.

Conclusion. The developed method can be used to standardize the raw material of *Astragalus glycyphyllus* herb by the content of flavonoids, as the main group of active substances, when developing regulatory documentation and determining the commodity characteristics of the analyzed raw materials.

- **Keywords:** *Astragalus glycyphyllus* L., flavonoids, complexation reaction, spectrophotometric method.
- **Conflict of interest:** *nothing to disclose.*

ВВЕДЕНИЕ

В наш век высоких технологий и прогресса в области синтеза химических соединений уже создано большое количество лекарственных средств с различной фармакологической активностью. Однако препараты растительного происхождения по-прежнему не утратили своей актуальности, более того, в настоящее время наблюдается стабильный рост интереса к лечению и профилактике заболеваний с помощью природных ингредиентов. Особым вниманием пользуются биологически активные вещества (БАВ), способные нейтрализовать радиоактивное излучение и оказывать противоопухолевое действие [1]. Многочисленными исследованиями отечественных и зарубежных ученых доказано, что таким действием обладают некоторые фенольные соединения, флавоноиды в частности. Благодаря высокому окислительно-восстановительному потенциалу эти вещества способны нейтрализовать свободные радикалы, оказывающие токсическое действие на клеточные структуры [2, 3]. Они также препятствуют перекисному окислению липидов и оказывают мембраностабилизирующее действие [4–6]. В качестве источника флавоноидов интерес могут представлять растения рода Астрагал (*Astragalus*), в частности астрагал солодколистный (*Astragalus glycyphyllus* L.). Растение очень популярно в народной медицине, используется как противовоспалительное средство при заболеваниях желудочно-кишечного тракта и органов дыхания, оказывает мочегонное и гиполипидемическое действие, что улучшает состояние организма при патологиях сердечно-сосудистой системы [7, 8]. Водные извлечения из травы астрагала солодколистного нормализуют обменные процессы и укрепляют иммунитет [9, 10]. Химический состав растения изучен достаточно хорошо. Как свидетельствует анализ литературных источников, в траве астрагала солодколистного содержатся флавоноиды, гидроксикоричные кислоты, сапонины, дубильные вещества, органические кислоты [11, 12]. Однако методики для стандартизации лекарственного растительного сырья до сих пор не разработаны.

ЦЕЛЬ

Разработка методики количественного определения суммы флавоноидов в траве астрагала солодколистного.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В течение летнего периода 2023–2024 гг. на территории Курской области в период массового цветения растения была заготовлена трава дикорастущего астрагала солодколистного – *Astragalus glycyphyllus* L., относящегося к семейству бобовые – *Fabaceae*. Самостоятельно было заготовлено несколько партий растительного сырья. Траву высушивали воздушно-теневым способом и в дальнейшем использовали для проведения исследований.

Поскольку Государственная фармакопея РФ XV издания не нормирует определение содержания флавоноидов в лекарственном растительном сырье каким-то определенным способом, а научная литература предлагает множество разнообразных методик, есть возможность выбрать из них наиболее точную и удобную[1].

Многие предлагаемые методики имеют ряд недостатков. Так, использование гравиметрии обосновано только при высоком содержании флавоноидов в сырье. Комплексонометрия и потенциометрическое титрование в неводных средах характеризуются трудоемкостью проведения и высокой степенью погрешности результатов.

[1] Государственная фармакопея Российской Федерации. – XV изд. Утверждена приказом Министерства здравоохранения РФ 20 июля 2023 г. №377. Доступно по: https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/

Полярография с использованием ртутно-капельного электрода токсична. Фотоэлектроколориметрический метод достаточно избирателен, так как в реакцию азосочетания вступают только флавоноиды с диоксигруппировкой в составе. В последние годы достаточно популярными являются высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) и комбинированная хроматоспектрофотометрия, позволяющие сначала разделить на хроматограмме флавоноиды на индивидуальные компоненты, а затем провести их количественный анализ. Однако эти методики трудоемки, так как вначале необходимо выделять и элюировать пятна на хроматограмме, а затем измерять оптическую плотность нескольких растворов. Поэтому при всем многообразии известных методов было решено остановиться на спектрофотометрии в сочетании с комплексообразованием [13].

Флавоноиды образуют окрашенные комплексы со многими хромогенными реактивами (растворы циркония хлорокиси, ванилина, аммиака, алюминия хлорида). Наиболее удобным представляется использование спиртового раствора алюминия хлорида, поскольку образующиеся окрашенные комплексы флавоноидов с реактивом вызывают батохромный сдвиг полосы поглощения при спектрофотометрировании с 330–350 нм до 390–410 нм, что очень наглядно. Для того чтобы избежать дополнительных трудоемких манипуляций по очистке исследумых извлечений от сопутствующих веществ с близкими максимумами поглощения, целесообразно использовать в качестве контроля исследуемое извлечение без хромогенного реактива. Дифференциальная спектрофотометрия в сравнении с прямой спекторофотометрией позволяет значительно облегчить и динамизировать работу, а добавление в извлечение нескольких капель уксусной кислоты позволяет получить более воспроизводимые результаты [13].

На начальном этапе разработки методики были определены условия экстрагирования сырья, позволяющие добиться максимального извлечения флавоноидов. Далее опытным путем были подобраны наиболее подходящие условия комплексообразования и спектрофотометрирования. Собственно спектрофотометрирование осуществляли на спектрофотометре СФ-2000 в диапазоне длин волн от 350 до 450 нм. Для измерения оптической плотности раствор сравнения и исследуемые извлечения помещали в кюветы толщиной 10 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Спектрофотометрическое определение количественного содержания флавоноидов подразумевает расчет их содержания на какой-либо компонент, это может быть рутин, гиперозид, авикулярин, изосалипурпозид и другие соединения. В данном эксперименте расчет содержания флавоноидов в траве астрагала солодколистного производили в пересчете на гиперозид, поскольку после снятия спектра поглощения анализируемого раствора на СФ-2000 оказалось, что максимум поглощения находится при 405 нм, что совпадает с максимумом поглощения гиперозида (**рисунок 1**).

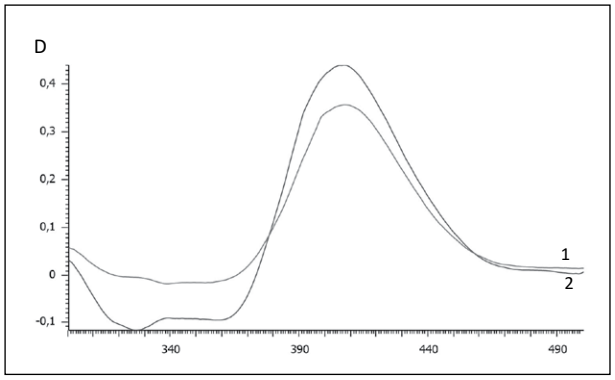

Рисунок 1. Спектр окрашенного комплекса извлечения из травы астрагала солодколистного и СО гиперозида с алюминия хлоридом: 1 – гиперозид; 2 – извлечение из травы астрагала солодколистного.

Figure 1. Spectrum of the colored complex of the extract from the herb of *Astragalus glycyphyllus* and a standard sample of hyperoside with aluminum chloride: 1 – hyperoside; 2 – an extract from the herb of *Astragalus glycyphyllus*.

Далее опытным путем на одном образце сырья были установлены оптимальные условия экстрагирования флавоноидов из травы астрагала солодколистного: степень измельчения сырья, вид экстрагента и продолжительность экстракции. В первую очередь была установлена необходимая степень измельчения сырья, так как из слишком крупных частичек действующие вещества извлекаются не полностью, а при слишком сильном измельчении в экстракт переходит много примесей, что затрудняет дальнейшее проведение реакции [14]. В данном случае наибольшее количество флавоноидов из травы астрагала солодколистного переходит в экстракт при измельчении сырья до размера частиц не более 1 мм (**таблица 1**).

Не менее важное значение на полноту извлечения оказывает тип экстрагента. Поскольку флавоноиды хорошо растворяются в спиртах, мы использовали в качестве экстрагента воду, спирт этиловый в концентрациях 30%, 50%, 70% и 90%. Соотношение сырье–экстрагент 1:100. Экспериментальным путем выяснили, что добиться максимально полного извлечения флавоноидов из травы исследуемого растения позволяет использование для экстракции спирта этилового 70% (**таблица 2**).

Процесс экстракции идет до полного истощения сырья. При этом на начальном этапе с удлинением процесса экстрагирования из растительных клеток в извлечение

Таблица 1 / Table 1

Сравнительные результаты анализа влияния степени измельчения травы астрагала солодколистного на количество извлекаемых флавоноидов

Comparative results of the analysis of the influence of the degree of grinding of the *Astragalus glycyphyllus* herb on the amount of extracted flavonoids

Степень измельчения травы астрагала солодколистного	Найдено флавоноидов в пересчете на гиперозид
1 мм	**1,11% ± 0,04%**
2 мм	0,69% ± 0,02%
3 мм	0,63% ± 0,02%

Таблица 2 / Table 2

Сравнительные результаты анализа влияния вида экстрагента на количество флавоноидов, извлекаемых из травы астрагала солодколистного

Comparative results of the analysis of the influence of the type of extracting agent on the amount of flavonoids extracted from the herb of *Astragalus glycyphyllus*

Экстрагент	Найдено флавоноидов в пересчете на гиперозид
Вода	0,84% ± 0,03%
Спирт этиловый 30%	1,00% ± 0,04%
Спирт этиловый 50%	1,05% ± 0,04%
Спирт этиловый 70%	**1,11% ± 0,04%**
Спирт этиловый 90%	1,08% ± 0,03%

переходит большее количество действующих веществ, однако после наступления равновесной концентрации дальнейшее экстрагирование нецелесообразно, поскольку не приводит к увеличению выхода БАВ. Для определения оптимальных условий проведения методики экстрагировали сырье в течение 30 минут, 45 минут, 60 минут и 90 минут. Экспериментальным путем выяснили, что для максимально полного извлечения флавоноидов из травы астрагала солодколистного достаточно экстрагирования в течение 45 минут (**таблица 3**).

Второй этап эксперимента заключался в выявлении оптимальных условий протекания реакции комплексообразования, для чего подбирали концентрацию и количество хромогенного реактива. Было установлено, что для данной методики оптимальным является использование 2 мл 5% раствора алюминия хлорида (**таблицы 4, 5**). Изначально в опытах были использовали растворы алюминия хлорида концентрацией 1%, 3% и 5%. Затем меняли объем 5% раствора – 1 мл, 2 мл, 3 мл и 4 мл.

При выполнении вышеописанных условий эксперимента через 15 минут наблюдается появление устойчивого окрашивания извлечений из травы астрагала солодколистного при взаимодействии с раствором алюминия хлорида. Сохраняется окрашивание в течение 90 минут, что вполне достаточно для проведения анализа (**таблица 6**).

В результате проделанной работы была разработана методика количественного определения содержания суммы флавоноидов в траве астрагала солодколистного.

Таблица 4 / Table 4

Результаты опыта по анализу влияния концентрации раствора алюминия хлорида при количественном определении флавоноидов в траве астрагала солодколистного

Results of the experiment on the analysis of the influence of the concentration of aluminum chloride solution in the quantitative determination of flavonoids in the herb of *Astragalus glycyphyllus*

Концентрация раствора алюминия хлорида	Найдено флавоноидов в пересчете на гиперозид
1%	1,00% ± 0,05%
3%	1,03% ± 0,03%
5%	**1,16% ± 0,04%**

Таблица 3 / Table 3

Сравнительные результаты анализа влияния времени экстракции на количество флавоноидов, извлекаемых из травы астрагала солодколистного

Comparative results of the analysis of the effect of extraction time on the amount of flavonoids extracted from the herb of *Astragalus glycyphyllus*

Время экстракции	Найдено флавоноидов в пересчете на гиперозид
30 минут	1,04% ± 0,04%
45 минут	**1,12% ± 0,04%**
60 минут	1,08% ± 0,04%
90 минут	1,05% ± 0,04%

Методика определения содержания флавоноидов

Приготовление раствора стандартного образца (СО) гиперозида. 0,01 г (точная навеска) СО гиперозида помещают в мерную колбу вместимостью 25 мл, прибавляют 15 мл спирта этилового 70% и растворяют при периодическом помешивании, доводят объем раствора тем же спиртом до метки и перемешивают (раствор А СО гиперозида). Срок годности раствора 3 месяца.

1 мл раствора А СО гиперозида помещают в мерную колбу вместимостью 25 мл, прибавляют 2 мл 5% раствора алюминия хлорида в спирте этиловом 70% и через 10 минут 2 капли кислоты уксусной разведенной. Объем раствора доводят тем же спиртом до метки (раствор Б СО гиперозида).

Приготовление 5% раствора алюминия хлорида в спирте этиловом 70%. 5,0 г алюминия хлорида растворяют в 40 мл спирта этилового 70% в мерной колбе вместимостью 100 мл, доводят объем раствора тем же спиртом до метки и перемешивают.

Воздушно-сухую траву астрагала солодколистного измельчают до размера частиц не более 1 мм. В колбу объемом 250 мл отвешивают 1,0 г (точная навеска) сырья, постепенно прибавляют 70% спирт этиловый в количестве 100 мл. После взвешивания с погрешностью не более ±0,01 г содержимое сосуда экстрагируют на кипящей водяной бане, предварительно присоединив к обратному водяному холодильнику. Во избежание уменьшения выхода действующих веществ из-за прилипания частиц сырья к стенкам колбу периодически встряхивают. По истечении 45 минут

Таблица 5 / Table 5

Результаты опыта по анализу влияния объема раствора алюминия хлорида при количественном определении флавоноидов в траве астрагала солодколистного

Results of the experiment on the analysis of the influence of the volume of aluminum chloride solution in the quantitative determination of flavonoids in the herb of *Astragalus glycyphyllus*

Количество раствора алюминия хлорида	Найдено флавоноидов в пересчете на гиперозид
1 мл	0,99% ± 0,03%
2 мл	**1,12% ± 0,05%**
3 мл	1,00% ± 0,03%
4 мл	0,99% ± 0,04%

Таблица 6 / Table 6

Влияние времени на устойчивость окраски извлечения из травы астрагала солодколистного с алюминия хлоридом

Effect of time on the colour stability of an extract from the herb of *Astragalus glycyphyllus* with aluminum chloride

Время, мин.	Оптическая плотность извлечения травы астрагала солодколистного (λ = 405±5 нм)
15	0,4220
30	0,4241
45	0,4302
60	0,4265
75	0,4223
90	0,4106

емкость с извлечением охлаждают до комнатной температуры, взвешивают и, если это необходимо, восполняют потерю в первоначальной массе исходным экстрагентом. Далее получившийся экстракт фильтруют через бумажный фильтр, предварительно смоченный 70% спиртом этиловым. Первые 10 мл фильтрата для анализа не используют. В результате получают раствор А испытуемого раствора.

Далее готовят раствор Б испытуемого раствора. Для этого в мерной колбе объемом на 25 мл смешивают 2 мл раствора А, 2 мл 5% раствора алюминия хлорида в спирте этиловом 70% и оставляют на 10 минут, после чего подкисляют содержимое колбы 2 каплями кислоты уксусной разведенной. После доведения объема до метки тем же спиртом тщательно перемешивают содержимое колбы и выдерживают 15 минут.

После появления устойчивого окрашивания производят измерение оптической плотности образовавшегося комплекса, используя для этого кювету с толщиной слоя 10 мм при длине волны 405 ± 5 нм. Измерение проводят на спектрофотометре, предварительно поместив в него раствор сравнения, состоящий из 2 мл раствора А испытуемого раствора, 2 капель кислоты уксусной разведенной и доведенный спиртом этиловым 70% до метки в мерной колбе вместимостью 25 мл.

Таблица 7 / Table 7

Результаты определения суммы флавоноидов в разных образцах травы астрагала солодколистного

Results of determination of the sum of flavonoids in different samples of herb *Astragalus glycyphyllus*

Найдено флавоноидов в пересчете на гиперозид	$\bar{X}$	S^2	S	$\Delta\bar{x}$	$E_{отн}$
1,02	1,03	0,00028	0,01673	0,0465	4,51
1,06					
1,01					
1,04					
1,05					
1,03					
1,04					
1,00					
1,01					
1,03					

Параллельно измеряют оптическую плотность раствора Б СО гиперозида в тех же условиях.

Содержание суммы флавоноидов в процентах (X) в пересчете на гиперозид в абсолютно сухом сырье вычисляют по формуле:

$$X=\frac{A\cdot 100\cdot 25\cdot a_0\cdot 1\cdot P\cdot 100\cdot 100}{A_0\cdot a\cdot 2\cdot 25\cdot 25\cdot 100\cdot (100-W)}$$, где:

A – оптическая плотность раствора Б испытуемого раствора;
A_0 – оптическая плотность раствора Б СО гиперозида;
a – навеска сырья, г;
a_0 – навеска СО гиперозида, г;
P – содержание основного вещества в СО гиперозида, %;
W – влажность сырья, %.

Содержание суммы флавоноидов в процентах (X) в пересчете на гиперозид в абсолютно сухом сырье можно также вычислить по формуле:

$$X=\frac{D\cdot 100\cdot 25\cdot 100}{A^{1\%}_{1\ см}\cdot a\cdot 2\cdot (100-W)}$$, где:

D – оптическая плотность исследуемого раствора,
$A^{1\%}_{1\ см}$ – удельный показатель поглощения гиперозида в растворе алюминия хлорида (380),
a – навеска сухого сырья, г,
W – влажность сырья, %.

С использованием данной методики было проведено определение содержания суммы флавоноидов в траве астрагала солодколистного. При десяти параллельных измерениях были получены следующие данные (**таблица 7**). Результаты эксперимента подвергли статистической обработке.

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ литературных источников показал, что растения рода астрагал содержат разнообразные группы биологически активных соединений, при этом одной из основных групп, определяющих фармакологическую активность сырья, являются флавоноиды. В результате проведенного исследования впервые была разработана методика определения количественного содержания флавоноидов в траве астрагала солодколистного. Как показали результаты, содержание суммы флавоноидов в траве исследуемого растения в пересчете на гиперозид в среднем составляет 1,03% ± 0,044%, ошибка единичного определения с вероятностью 95% не превышает 4,51%. Исходя из данных значений рекомендуется установить норму содержания флавоноидов в траве астрагала солодколистного не менее 1,0%. Полученные данные указывают на возможность использования травы астрагала солодколистного в качестве источника для получения флавоноидов, поскольку их содержание в растении достаточно высокое.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований впервые была разработана методика определения количественного содержания флавоноидов. Установлены оптимальные степень измельчения, экстрагент и время экстракции травы астрагала солодколистного, позволяющие добиться

максимального извлечения флавоноидов из сырья. Также выявлены подходящие условия полноты протекания реакции комплексообразования исследуемого извлечения со спиртовым раствором алюминия хлорида, что позволило разработать эффективный алгоритм определения количественного содержания флавоноидов в сырье.

Разработанная методика может быть использована для стандартизации сырья «Астрагала солодколистного трава» по содержанию флавоноидов как основной группы действующих веществ при разработке нормативной документации и определении товароведческих характеристик анализируемого сырья.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Sachin K. Evaluation and Comparison of Total Phenolics, Total Flavonoids and Antioxidant Activity of A. Mexicana Aerial Parts in Different Solvents. *Journal of Antioxidant Activity*. 2023;2(4):22-30. DOI: 10.14302/issn.2471-2140.jaa-22-4251
2. Zai Y, Liu S. Extraction, antioxidant activity and identification of flavonoids from root tubers of kosteletzkya virginica. *Phyton-Int J Exp Bot*. 2023;92(1):225-236. DOI: 10.32604/phyton.2022.022576
3. Miao M, Chen X, Wu Zh, et al. Extraction, composition and antioxidant activity of flavonoids from xanthoceras sorbifolium Bunge leaves. *Journal of AOAC International*. 2023;106(3):769-777. DOI: 10.1093/jaoacint/qsac148
4. Jae CL, Moo HW. Neuroprotection of antioxidant enzymes against transient global cerebral ischemia in gerbils. *Anatomy and Cell Biology*. 2014;47:149-156. DOI: 10.5115/acb.2014.47.3.149
5. Shen CY, Jiang JG, Yang L, et al. Anti-ageing active ingredients from herbs and nutraceuticals used in traditional Chinese medicine: pharmacological mechanisms and implications for drug discovery. *Brit J Pharmacol*. 2017;174(11):1395-1425. DOI: 10.1111/bph.13631
6. Pozdnyakova TA, Bubenchikov RA. The study of antioxidant activity of the herb *Astragalus glycyphyllus* L. *Aspirantskiy vestnik Povolzhiya*. 2019;1-2:27-32. [Позднякова Т.А., Бубенчиков Р.А. Изучение антиоксидантной активности травы астрагала солодколистного. *Аспирантский вестник Поволжья*. 2019;1(2):27-32]. DOI: 10.17816/2072-2354.2019.19.1.27-32
7. Azatyan SG, Mazhitova MV. Prospects for the use of plant extracts of the genus *Astragalus* for cardiovascular pathologies. *Caspian Bulletin of Medicine and Pharmacy*. 2022;3(1):6-14. [Азатян С.Г., Мажитова М.В. Перспективы применения экстракта растений рода *Astragalus* при сердечно-сосудистых патологиях. *Прикаспийский вестник медицины и фармации*. 2022;3(1):6-14]. DOI: 10.29228/jrp.605
8. Berezutskiy MA, Durnova NA, Matvienko UA. Neurobiological effects of chemical compounds of species of the genus *Astragalus* L. and prospects for their use in medicine (review). *Development and registration of drugs*. 2022;12(1):199-206. [Березуцкий М.А., Дурнова Н.А., Матвиенко У.А. Нейробиологические эффекты химических соединений видов рода *Astragalus* L. и перспективы их применения в медицине (обзор). *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2023;12(1):199-206]. DOI: 10.33380/2305-2066-2023-12-1-199-206
9. Berezutsky MA, Yakubova LR, Durnova NA. Pharmacological properties of drugs created on the basis of Astragal extract (Review). *Chemical Pharmaceutical Journal*. 2020;54(4):20-25. [Березуцкий М.А., Якубова Л.Р., Дурнова Н.А. Фармакологические свойства препаратов, созданных на основе экстракта астрагала (Обзор). *Химико-фармацевтический журнал*. 2020;54(4):20-25]. DOI: 10.30906/0023-1134-2020-54-4-20-25
10. Sergalieva MU, Mazhitova MV, Samotrueva MA. Plants of the genus Astragalus: prospects for application in pharmacy. *Astrakhan Medical Journal*. 2015;10(2):17-31. (In Russ.). [Сергалиева М.У., Мажитова М.В., Самотруева М.А. Растения рода астрагал: перспективы применения в фармации. *Астраханский медицинский журнал*. 2015;10(2):17-31]. eLIBRARY ID: 23889693
11. Budantsev AL. Plant resources of Russia: Wild flowering plants, their component composition and biological activity. Vol. 3. *Fabaceae-Apiaceae families*. SPb., M., 2010. (In Russ.). [Буданцев А.Л. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т.3. Семейства *Fabaceae-Apiaceae*. СПб., М., 2010]. ISBN 978-5-87317-693-9
12. Mayevsky PF. *Flora of the central zone of the European part of Russia*. M., 2014. (In Russ.). [Маевский П.Ф. *Флора средней полосы европейской части России*. М., 2014.]. ISBN 978-5-87317-958-9
13. Pozdnyakova TA, Bubenchikov RA. Development of a method for the quantitative determination of flavonoids in the herb of *Astragalus dasyanthus* L. *Issues of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. 2018;6:10-15. [Позднякова Т.А., Бубенчиков Р.А. Разработка методики количественного определения флавоноидов в траве астрагала шерстистоцветкового (*Astragalus dasyanthus* L.). *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2018;6:10-15]. DOI: 10.29296/25877313-2018-06-02
14. Vasiliev AS, Sukhanov YuV. Brief analysis of modern extraction technologies and the main factors influencing the extraction process. In: *Economic science today: theory and practice*. Cheboksary, 2018. (In Russ.). [Васильев А.С., Суханов Ю.В. Краткий анализ современных технологий экстракции и основных факторов, влияющих на процесс экстракции. В сб.: *Экономическая наука сегодня: теория и практика*. Чебоксары, 2018]. ISBN 978-5-6040732-6-1

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Источник финансирования. Работа выполнена по инициативе автора без привлечения финансирования.	***Study funding.*** The study was the author's initiative without external funding.
Конфликт интересов. Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	***Conflict of Interest.*** The author declares that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.