© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2025

https://elibrary.ru/mtjavb

Валеева Ю.Н.[1], Касьянов З.В.[2], Зыкова С.С.[1], Вшивков Д.К.[2], Ожегов Н.А.[2]

МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММЫ ФЛАВОНОИДОВ В ТРАВЕ БУКВИЦЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ (*BETONICA OFFICINALIS* L.)

[1] ФГБОУ «Пермская государственная фармацевтическая академия» Минздрава РФ, 614990, Пермь, Россия
[2] ФГАОУ «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614068, Пермь, Россия

Трава буквицы лекарственной (Betonica officinalis L.) является перспективным растительным сырьем, которое может быть комплексно использовано для разработки лекарственных препаратов. Целью работы является разработка методики количественного определения суммы флавоноидов в траве буквицы лекарственной. В качестве стандартного образца использовали лютеолин-7-О-глюкозид (цинарозид). Регистрацию УФ-спектров проводили с помощью спектрофотометра «СФ-2000» (ОКБ «Спектр», Россия) методом дифференциальной спектрофотометрии. Количественное определение суммы флавоноидов в траве буквицы лекарственной проводили при аналитической длине волны 390 нм в пересчете на лютеолин-7-О-глюкозид. Установлены оптимальные параметры экстрагирования суммы флавоноидов из травы буквицы лекарственной: экстрагент – спирт этиловый 60 %; соотношение «сырье-экстрагент» – 1 : 100; время экстракции – 60 мин; степень измельчения сырья – 1 мм. Определено содержание суммы флавоноидов для травы образца буквицы лекарственной, которое составило 0,74 ± 0,032 % (относительная ошибка определения составила 4,39 %). Разработанная методика количественного определения флавоноидов в траве буквицы лекарственной может быть использована для решения вопросов стандартизации указанного лекарственного растительного сырья.

Ключевые слова: *Буквица лекарственная; трава; лютеолин-7-О-глюкозид; дифференциальная спектрофотометрия*

Для цитирования. Валеева Ю.Н., Касьянов З.В., Зыкова С.С., Вшивков Д.К., Ожегов Н.А. Методика количественного определения суммы флавоноидов в траве буквицы лекарственной (*Betonica officinalis* L.). *Известия ГГТУ. Медицина, фармация.* 2025; 2 (22): 36–42.
DOI: https://doi.org/10.51620/2687-1521-2025-2-22-36-42
EDN:MTJAVB

Для корреспонденции. *Касьянов Захар Вячеславович*, кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармакологии и фармации Пермского государственного национального исследовательского университета, e-mail: zaharyuga@gmail.com

Финансирование. *Работа выполнена без спонсорской поддержки.*

Конфликт интересов. *Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

Поступила 09.02.2025
Принята к печати 13.05.2025

Valeeva YU.N.[1], Kasyanov Z.V.[2], Zykova S.S.[1], Vshivkov D.K.[2], Ozhegov N.A.[2]

QUANTIFICATION OF TOTAL FLAVONOIDS IN BETONY HERBS (*BETONICA OFFICINALIS* L.)

[1] Perm state pharmaceutical academy, 614990, Perm, Russia;

[2] Perm state university, 614068, Perm, Russia

Betonica officinalis L. herb is a promising plant material that can be comprehensively used to develop pharmaceuticals. The aim of the work is to develop a technique for quantification of total flavonoids in Betonica officinalis L. Luteolin-7-O-glucoside (cynaroside) was used as a standard sample. UV spectra were recorded using an SF-2000 spectrophotometer (OKB Spektr, Russia) using differential spectrophotometry. Quantification of total flavonoids in Betonica officinalis L. herb was carried out at an analytical wavelength of 390 nm in terms of luteolin-7-O-glucoside. The optimal parameters for extracting total flavonoids from betony herb were established: extractant – ethyl alcohol 60 %; raw material-extractant ratio – 1 : 100; extraction time – 60 min; degree of raw material grinding – 1 mm. Total flavonoids for Betonica officinalis herb sample were determined, which was 0.74 ± 0.032% (the relative error of determination was 4.39 %). The developed technique for quantification of total flavonoids in the herb of Betonica officinalis can be used to solve the issues of standardization of the specified medicinal plant raw materials.

Key words: *Betonica officinalis; herb; luteolin-7-O-glucoside; differential spectrophotometry*

For citation. Valeeva YU.N., Kasyanov Z.V., Zykova S.S., Vshivkov D.K., Ozhegov N.A. Quantification of total flavonoids in betony herbs (*Betonica officinalis* l.). *Izvestiya GGTU. Meditsina, farmatsiya*. 2025; 2 (22): 36–42 (in Russ.).
DOI: https://doi.org/10.51620/2687-1521-2025-2-22-36-42
EDN: MTJAVB

For correspondence. *Zakhar V. Kasyanov*, Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor of Pharmacology

and Pharmacy Department, Perm State University, e-mail: zaharyuga@gmail.com

Funding. *The study had no sponsor support.*

Conflict of interest. *The authors declare no conflict of interest.*

Information about authors:

Valeeva Yu.N., http://orcid.org/0009-0000-7244-0011;
Kasyanov Z.V., http://orcid.org/0000-0002-9758-3649;
Zykova S.S., http://orcid.org/0000-0002-7395-4951;
Vshivkov D.K., http://orcid.org/0000-0003-0952-7215;
Ozhegov N.A., http://orcid.org/0009-0003-6339-6364.

Received 09.02.2025
Accepted 13.05.2025

Актуальность. Буквица лекарственная (*Betonica officinalis* L., сем. Lamiaceae) – растение, перспективное для внедрения в фармацевтическую практику России. Многолетнее травянистое растение высотой 30–100 см высотой, взрослые особи которого представляют собой рыхлый куст с многочисленными (до 8 штук) побегами. Корневище короткое 2–4 см длиной и 2–3 мм диаметром. Стебель четырехгранный. Стеблевые листья супротивные, черешчатые, цельные продолговато-яйцевидные, с городчатым краем, опушенные с обеих сторон, без прилистников. Прикорневые листья собраны в розетку, продолговато-яйцевидные или широколанцетные, на длинных черешках. Цветки крупные, обоеполые, зигоморфные, собраны в сидящие в пазухах верхних листьев полумутовки; на конце стебля соцветия колосовидные. Венчик светло-пурпуровый. Чашечка сростнолистная, венчик 2-губый. Плод сухой состоит из четырех продолговатых трехгранных гладких бурых односемянных орешков [1]. Буквица лекарственная – лесостепной евразиатский вид. Область распространения – Западная Европа, Средиземноморье, европейская часть России, Кавказ, Малая Азии, Западная Сибирь, Северный Урал. Типичные места обитания: опушки, поляны, суходольные луга, лиственные, смешанные и сосновые редколесья, просеки, вырубки [2, 3].

Во Франции и Германии буквица лекарственная является официнальным лекарственным сырьем, включена в Европейскую фармакопею. В России она используется только в народной медицине [4], при этом используется трава, а также корни и корневища буквицы лекарственной. Траву заготавливают в период цветения; корни и корневища – осенью или ранней весной.

Народная медицина использует траву растения при различных желудочно-кишечных заболеваниях (желудочные и кишечные боли, гиперацидный гастрит, частые периодические запоры, нарушение пищеварительных процессов, диарея). Применяется как средство, укрепляющее и улучшающее обмен веществ. Применяется при воспалительных заболеваниях печени, желтухе, водянке, воспалении почек и мочевого пузыря [5].

Настои и отвары листьев и цветков применяют как гипотензивное при лечении гипертонии, атеросклероза, инсульта, нервных заболеваний, при головной боли, головокружении, мигрени, истерии, эпилепсии. Используется буквица при бронхиальной астме, бронхите, пневмонии, мочекаменной болезни, а также при плохой циркуляции крови. Буквица является дополнением к комплексному лечению туберкулеза, при легочных кровотечениях в качестве кровоостанавливающего назначают водный настой травы. При лечении ревматизма, подагры, артритов также может быть показан настой травы [6].

По данным Paun G. и др. экстракт травы буквицы лекарственной, богатый фенольными соединениями, обладает большим антиоксидантным эффектом и аналогичен активности аскорбиновой кислоты. Отмечена высокая ингибирующая активность исследованного экстракта в отношении липоксигеназы, циклооксигеназы-1 и циклооксигеназы-2. Кроме того, исследования in vivo показали, что экстракт *B. officinalis* обладает высоким противовоспалительным действием, сопоставимым с действием диклофенака [7].

Háznagy-Radnai E. и др. обнаружили, что водный экстракт надземных частей *B. officinalis*, собранной в Венгрии, проявляет лучше противовоспалительное действие на каррагинан-индуцированные отеки лап крыс, чем та же доза диклофенака натрия [8].

Sas I. и др. обнаружили, что экстракты травы *B. officinalis* уменьшают сокращение гладкой мускулатуры кишечника и снижают его тонус, что указывает на спазмолитическую активность буквицы [9].

Проявляемые эффекты и применение в народной медицине во многом обеспечены богатым химическим составом, в частности, фенольными соединениями.

По литературным данным известно, что надземная часть буквицы содержит флавоноиды, полисахариды, дубильные вещества, тритерпеноиды, витамины и др. Известно, что флавоноидный состав травы буквицы лекарственной представлен лютеолин-7-О-глюкозидом, апигенином, изоориентином, витексином, 7-О-п-кумароилглюкозидом апигенина, 7-О-глюкозидом и глюкуронида трицетина, 7-О-глюкозидом 3’,4’,5’-триметилового эфира трицетина, 7-О-глюкуронидом лютеолина, 7-глюкозидом скутеллареина и др. [10–13]. Следует сделать вывод, что трава буквицы лекарственной богата высоким содержанием активных веществ, среди которых флавоноиды представляют большой интерес с точки зрения создания лекарственных препаратов.

Спектрофотометрический анализ – система методов, хорошо зарекомендовавшая себя для количественной оценки многих групп биологически

активных соединений в лекарственном растительном сырье [14–16].

В связи с упомянутым выше актуальной является разработка спектрофотометрической методики количественного определения суммы флавоноидов в траве буквицы лекарственной.

Материалы и методы исследования. В качестве объекта настоящей работы служил образец травы буквицы лекарственной, собранный в Кунгурском районе Пермского края (долина р. Сылва) в середине июля 2023 года. Трава была срезана целиком, включая листья в прикорневой розетке, высушена воздушно-теневым способом, хранилась в защищенном от света месте, при комнатной температуре, отдельно от других видов сырья и посторонних запахов. Влажность растительного сырья определяли в соответствии с требованиями Государственной фармакопеи Российской Федерации XV издания (ГФ РФ XV изд.) ОФС.1.5.3.0007 «Определение влажности лекарственного растительного сырья и лекарственных средств растительного происхождения» [17].

В работе использовали метод спектрофотомерии, проведенной в соответствии с ГФ РФ XV изд., ОФС.1.2.1.1.0003 «Спектрофотометрия в ультрафиолетовой и видимой областях». Спектральные характеристики водно-спиртовых извлечений оценивали на спектрофотометре «СФ-2000» (ОКБ «Спектр», Россия) в кюветах с толщиной слоя 10 мм. В качестве растворителя использовали спирт этиловый 96 %.

В качестве стандартного образца (СО) использовали раствор лютеолин-7-О-глюкозида (цинарозида) (CAS 5373-11-5, USP, США), приготовленный на спирте этиловом 60 %. Водно-спиртовые извлечения готовились с использованием спирта этилового 96 % (марка х.ч. ООО «Гиппократ», Россия). Необходимые концентрации спирта (50, 60, 70, 80, 90 %) были получены путем разведения спирта этилового 96 % по таблице № 5 приложения к Государственной фармакопее Российской Федерации XIV издания [18].

Приготовление рабочих растворов для анализа. Аналитическую пробу сырья измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями диаметром 1 мм. Около 1 г измельченного сырья (точная навеска) помещали в коническую термостойкую колбу Эрленмейера со шлифом вместимостью 250 мл, прибавляли 100 мл спирта этилового 60 %. Колбу присоединяли к обратному холодильнику и нагревали на кипящей водяной бане (умеренное кипение) в течение 60 мин. Затем колбу охлаждали до комнатной температуры и фильтровали извлечение через бумажный фильтр (красная полоса) в мерную колбу 100 мл. Доводили до метки спиртом 60 % и перемешивали (раствор А испытуемого раствора).

Для приготовления СО лютеолин-7-О-глюкозида для УФ-спектрофотомерии взвешивали около 0,005 г (точная навеска) вещества, помещали в мерную колбу вместимостью 25 мл, растворяли в 30 мл спирта этилового 60 % при аккуратном нагревании на водяной бане. После охлаждения содержимого колбы до комнатной температуры его объем доводили спиртом этиловым 60 % до метки (раствор А СО лютеолин-7-О-глюкозида). Затем 2 мл раствора А СО лютеолин-7-О-глюкозида помещали в мерную колбу на 25 мл, прибавляли 7 мл спиртового раствора алюминия (III) хлорида 2 % и доводили объем раствора до метки спиртом этиловым 96 % (испытуемый раствор Б СО лютеолин-7-О-глюкозида).

Раствор сравнения готовили следующим образом: 2 мл раствора А лютеолин-7-О-глюкозида помещали в мерную колбу на 25 мл и доводили объем раствора до метки спиртом этиловым 96 % (раствор сравнения Б лютеолин-7-О-глюкозида). Измеряли оптическую плотность испытуемого раствора Б лютеолин-7-О-глюкозида на спектрофотометре при длине волны 390 нм на фоне раствора сравнения Б СО лютеолин-7-О-глюкозида.

Методика количественного определения суммы флавоноидов в траве буквицы лекарственной. В мерную колбу вместимостью 25мл помещали 4 мл полученного извлечения, прибавляли 7 мл 2 % спиртового раствора алюминия (III) хлорида и доводили объем раствора до метки спиртом этиловым 96 % (испытуемый раствор Б), перемешивали и оставляли на 90 мин. для образования комплекса флавоноидов с алюминия хлоридом. В качестве раствора сравнения использовали раствор, полученный следующим образом: 4 мл извлечения (1 : 100) помещали в мерную колбу вместимостью 25 мл и доводили объем раствора спиртом этиловым 96 % до метки (раствор сравнения Б). Затем измеряли оптическую плотность испытуемого раствора Б на спектрофотометре при длине волны 390 нм на фоне раствора сравнения Б.

Содержание суммы флавоноидов в пересчете на лютеолин-7-О-глюкозид и абсолютно сухое сырье в процентах (X, %) вычисляли по формуле:

$$X = \frac{A * a_0 * 2 * 25 * 100 * 100 * 100 * P}{A_0 * a * 4 * 25 * 25 * (100 - W) * 100}$$

A – оптическая плотность испытуемого раствора Б;

A_o – оптическая плотность раствора Б СО лютеолин-7-О-глюкозида;

a – навеска сырья, г;

a_o – навеска СО лютеолин-7-О-глюкозида, г;

P^o – доля основного вещества в СО лютеолин-7-О-глюкозида, %;

W – влажность сырья, %.

В случае отсутствия стандартного образца лютеолин-7-О-глюкозида целесообразно использовать теоретическое значение удельного показателя поглощения – 335.

$$X = \frac{A * 100 * 25 * 100}{335 * a * 4{,}0 * (100 - W)}$$

Валидационная оценка разработанной методики проводилась по показателям: специфичность, линейность, прецизионность (уровень повторяемости), внутрилабораторная прецизионность, правильность в соответствии с требованиями ГФ РФ XV издания. При выполнении расчетов использовалось программное обеспечение Microsoft Excel 2013.

Результаты исследования и их обсуждение. В процессе выполнения эксперимента была разработана

методика количественного определения суммы флавоноидов в траве буквицы лекарственной, в результате чего определены оптимальные условия экстрагирования и обоснован выбор оптимального экстрагента.

Разработка методики проводилась поэтапно. На первом этапе были изучены спектры поглощения водно-спиртовых извлечений на основе травы буквицы лекарственной. В ходе анализа полученных извлечений методом дифференциальной спектрофотометрии были определены максимумы поглощения спектральных кривых, характерных для веществ флавоноидной природы. При добавлении спиртового раствора алюминия хлорида 2 % наблюдался батохромный сдвиг электронного спектра поглощения водно-спиртового извлечения травы буквицы лекарственной с максимумом поглощения, аналогичным раствору СО лютеолин-7-О-глюкозида (390 нм) (рис. 1 и 2).

Исходя из литературных данных о содержании этого флавоноида в сырье и наблюдаемой картины, при проведении количественного определения суммы флавоноидов в траве буквицы лекарственной в качестве стандартного образца нами был выбран лютеолин-7-О-глюкозид.

На втором этапе разработки методики было установлено, что наиболее полное извлечение флавоноидов из травы буквицы лекарственной достигается при экстракции 60 % спиртом (табл. 1).

Таблица 1

Влияние условий экстракции на степень извлечения флавоноидов (λ = 390 нм; l = 1,0 см; t = 60 мин.)

Концентрация спирта этилового, %	Оптическая плотность	Содержание флавоноидов, %
50	0,3312	0,6533
60	**0,3486**	**0,6876**
70	0,3484	0,6872
80	0,3211	0,6333
90	0,2442	0,4817
95	0,1350	0,2663

Изученная степень измельчения сырья (проходящая сквозь сито 0,5 мм, 1 мм и 2 мм) не оказывала принципиального значения, поэтому степень измельчения сырья, проходящая сквозь сито 1 мм, выбрана как наиболее удобная.

Изучено соотношение «сырье-экстрагент» 1 : 30, 1 : 50 и 1 : 100. Наибольшее извлечение достигается при соотношении 1 : 100.

Затем были определены временные параметры экстракции, обнаружено, что в течение 60 минут происходит максимальное извлечение флавоноидов из сырья (табл. 2).

Таблица 2

Влияние времени экстрагирования на степень извлечения флавоноидов (λ = 390 нм; l = 1,0 см)

Время экстрагирования, мин	Оптическая плотность	Содержание флавоноидов, %
15	0,3531	0,6964
30	0,3665	0,7229
45	0,3823	0,7540
60	**0,3888**	**0,7669**
75	0,2939	0,5797
90	0,2796	0,5515

Оптимальный объем аликвоты нами определен эмпирически и составил 4 мл. Для выбора оптимальных условий комплексообразования был изучен такой параметр, как соотношение объема извлечения и комплексообразователя (2 % спиртового раствора алюминия хлорида) (табл. 3).

Таблица 3

Соотношение извлечения и комплексообразователя (V извлечения = 4,00 мл)

2 % спиртовой раствора алюминия хлорида, мл	Оптическая плотность	Содержание флавоноидов, %
1	0,363	0,7361
2	0,365	0,7402
3	0,366	0,7422
4	0,377	0,7645
5	0,387	0,7848
6	0,404	0,8192
7	**0,408**	**0,8274**
8	0,402	0,8152
9	0,390	0,7909

На основании полученных результатов определены условия методики количественного определения: экстракция флавоноидов из травы буквицы лекарственной, измельченной до 1 мм, спиртом этиловым 60 % в соотношении «сырье-экстрагент» – 1 : 100 в течение 60 мин на кипящей водяной бане, соотношение «извлечение-хромогенный реактив» – 4 : 7. Количественное определение флавоноидов в пересчете на лютеолин-7-О-глюкозид проводят методом дифференциальной спектрофотометрии при аналитической длине волны 390 нм с использованием стандартного образца или значения удельного показателя поглощения СО лютеолин-7-О-глюкозида (335).

Критерием оценки аналитической методики является валидационная оценка. Валидацию методики проводили в соответствии с рекомендациями ГФ РФ XV издания: ОФС.1.1.0012 «Валидация аналитических методик» и ОФС.1.1.0013.15 «Статистическая обработка результатов химического эксперимента» [17].

Для определения специфичности был выбран метод спектрофотометрии, в основе которого лежит реакция комплексообразования флавоноидов с алюминия хлоридом и использование в качестве раствора сравнения извлечения из травы буквицы лекарственной в отсутствии комплексообразователя. Комплекс флавоноидов с алюминия хлоридом смещает область поглощения в видимую часть спектра, относительно извлечения. Использование в качестве раствора сравнения извлечения из травы буквицы позволяет устранить влияние сопутствующих веществ на поглощение монохроматического света при аналитической длине волны 390 нм.

Линейность методики определяли для серии из десяти растворов лютеолин-7-О-глюкозида (с концентрациями в диапазоне от 0,00225 до 0,0225 мг/мл: 0,00225, 0,00325; 0,00425; 0,00525; 0,00625, 0,00725; 0,00825; 0,0125; 0,0155; 0,0225) с алюминия хлоридом при длине волны 390 нм. На основании полученных данных строили график зависимости значений оптической плотности растворов лютеолин-7-О-глюкозида с алюминия хлоридом от концентрации лютеолин-7-О-глюкозида и затем рассчитывали уравнение линейной регрессии (рис. 3; табл. 4). При изучении линейной зависимости вида y = bx + a коэффициент корреляции составил 0,9995, следовательно, данную методику можно использовать для анализа суммы флавоноидов в траве буквицы лекарственной в пересчете на лютеолин-7-О-глюкозида в указанном диапазоне концентраций.

Таблица 4

Исходные данные для оценки линейности методики

Концентрация раствора стандартного образца лютеолин-7-О-глюкозида, мг/мл	Значение оптической плотности (среднее значение из трех последовательных измерений)
0,00225	0,0784
0,00325	0,1125
0,00425	0,1469
0,00525	0,1816
0,00625	0,2162
0,00725	0,2509
0,00825	0,2754
0,0125	0,4409
0,0155	0,5468
0,0225	0,7806

Прецизионность методики (уровень повторяемости) оценивали путем анализа исследуемого образца буквицы лекарственной травы в 10-кратной повторности (табл. 5). Ошибка единичного определения суммы флавоноидов в траве буквицы лекарственной с доверительной вероятностью 95 % составила 4,39 %.

Таблица 5

Результаты оценки прецизионности методики количественного определения суммы флавоноидов в траве буквицы лекарственной (уровень повторяемости)

X, %	Метрологические характеристики
0,74	N = 10
0,73	F = 9
0,72	$\bar{x}$ = 0,736 %
0,72	S = 0.01430
0,73	P = 95 %
0,74	t (P, f) = 2,26
0,75	Δx = 0,03232
0,76	E = 4,39 %
0,75	
0,73	

Для оценки внутрилабораторной прецизионности анализ испытуемого образца производил другой аналитик в другие дни с использованием того же оборудования (табл. 6). Для каждого образца проводились исследования в количестве 6 повторностей. Из таблицы 6 видно, расчетное значение F-критерия Фишера (2,05) меньше табличной величины (5,05) [19]. Следовательно, дисперсии результатов анализа обоих химиков статистически эквиваленты и различия между полученными значениями не значимы. Таким образом, разработанная методика соответствует требованиям валидации по показателю внутрилабораторной прецизионности.

Таблица 6

Валидационная оценка внутрилабораторной прецизионности методики определения суммы флавоноидов в траве буквицы лекарственной

X, %	X, %	Метрологические характеристики	
Аналитик 1	Аналитик 2	Аналитик 1	Аналитик 2
0,71	0,72	N = 6 $\bar{x}$ = 0,717 S = 0,008165 S^2 = 0,00006666	N = 6 $\bar{x}$ = 0,731 S = 0,01169 S^2 = 0,0001367
0,72	0,73		
0,71	0,73		
0,73	0,75		
0,72	0,74	$F_{теор.}$ = 5,05 (P = 95 %; f_1 = 5 : f_2 = 5) $F_{расч.}$ = 2,05	
0,71	0,72		

Правильность методики определяли методом добавок раствора СО лютеолин-7-О-глюкозида с известной концентрацией: 80, 100 и 120 % по отношению к концентрации испытуемого раствора водно-спиртового извлечения травы буквицы лекарственной, определенной как 0,74 % (табл. 7). При этом средний процент открываемости составил 99,96 ± 0,3411 %. Для каждой концентрации проводили три определения. Погрешность, определяемая для проб с добавками СО, находилась в пределах погрешности единичного определения, что свидетельствовало об отсутствии систематической погрешности (табл. 8).

Таблица 7

Схема приготовления водно-спиртовых извлечений травы буквицы лекарственной с добавками растворов СО лютеолин-7-О-глюкозида

Исходное содержание лютеолин-7-О-глюкозида, мг/мл во	Добавка лютеолин-7-О-глюкозида, мг/мл	Суммарное расчетное содержание лютеолин-7-О-глюкозида, мг/мл	Процент концентрации добавки относительно исходного, %
7,40	5,92	13,32	80
7,40	7,40	14,80	100
7,40	8,88	16,28	120

Таблица 8

Результаты оценки правильности методики количественного определения суммы флавоноидов в траве буквицы лекарственной

Теоретически рассчитанное содержание лютеолин-7-О-глюкозида, мг	Найдено, мг/мл	Открываемость, %	Метрологические характеристики
13,32	13,30	99,85	N = 9 F = 8 $\bar{x}$ = 99,96 % S = 0,1477 P = 95 % t (P, f) = 2,31 Δx = 0,3411 E = 0,34 %
13,32	13,34	100,15	
13,32	13,29	99,77	
14,80	14,78	99,86	
14,80	14,82	100,14	
14,80	14,81	100,07	
16,28	16,26	99,88	
16,28	16,29	100,06	
16,28	16,25	99,82	

Установлено, что среднее содержание флавоноидов в исследуемом образце сырья составило 0,74 ± 0,032 % (относительная ошибка определения составила 4,39 %).

Выводы. Таким образом, в результате проведенного исследования была разработана методика количественного определения суммы флавоноидов в траве буквицы лекарственной методом дифференциальной спектрофотометрии с использованием СО лютеолин-7-О-глюкозида при аналитической длине волны 390 нм.

Проведена валидационная оценка разработанной методики по показателям: специфичность, линейность, прецизионность (уровень повторяемости), внутрилабораторная прецизионность, правильность в соответствии с ГФ РФ XV издания. Исходя из результатов валидационной оценки результатов эксперимента, можно говорить о пригод-

ности использования данной методики для количественной оценки суммы флавоноидов в пересчете на лютеолин-7-О-глюкозид.

Результаты исследования могут быть использованы при создании лекарственных растительных препаратов на основе травы буквицы лекарственной, обладающих антиоксидантной, спазмолитической, противовоспалительной активностью. Полученные результаты исследования могут быть использованы при разработке проекта нормативной документации на перспективный вид сырья «Буквицы лекарственной трава».

ЛИТЕРАТУРА (пп. 3, 7-11 см. REFERENCES)

1. Портнягина Н. В., Пунегов В.В., Зайнуллина К. С. и др. Биология развития, содержание и состав эфирного масла Betonica officinalis (Lamiaceae) в условиях интродукции (Республика Коми). *Растительные ресурсы.* 2011; 47 (4): 42–49.
2. Овеснов С. А. и др. Иллюстрированный определитель растений Пермского края. Книжный мир. Пермь. 2007.
4. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Том 6. Семейства Hippuridaceae-Lobeliaceae. Наука. Ленинградское отделение. 1991.
5. Воллосович А. Г. Материалы к изучению народной медицины Брянской области. *Вопросы фармакогнозии.* 1965; 3: 179–184.
6. Гаммерман А. Ф., Кузнецова М. А. Народные лекарственные растения Ярославской области и их использование в других областях лесной зоны. Тр. 1-го Всесоюз. съезда фармацевтов. М., 1970.
12. Кобзарь А. Я., Никонов Г. К. Флавоноиды надземной части Betonica officinalis. *Химия природных соединений.* 1986; 5: 636–637.
13. Игзакова З.И., Галиахметова Э.Х., Галиахметова Р.Р., Гареева К.М., Кудашкина Н.В. Качественный и количественный анализ флавоноидов в траве, плодах и корнях Crambe abyssinica Hochst. иопределение их антиоксидантной активности методом хемилюминесценции. *Известия ГГТУ. Медицина,фармация*. 2024; 4(20): 50-55
14. Белова О. А., Куркин В. А., Егоров М. В. Методика количественного определения суммы флавоноидов в траве солодки голой. *Фармация и фармакология.* 2023;11 (2): 127–136. doi: 10.19163/2307-9266-2023-11-2-127-136
15. Семакин Д. О., Гуляев Д. К., Белоногова В. Д. Количественное определение процианидинов в ели обыкновенной шишках. *Фармация.* 2024; 1: 5–9. doi.org/10.29296/25419218-2024-01-01
16. Подгурская В. В., Лукша Е. А., Савченко И. А., Корнеева И. Н., Иванова Е. В. Фитохимический анализ надземной части щавеля приморского (Rumex maritimus L.). *Разработка и регистрация лекарственных средств.* 2023; 12 (2): 73–78. https://doi.org/10.33380/2305-2066-2023-12-2-73-78
17. Государственная фармакопея Российской Федерации XV издания. Институт фармакопеи и стандартизации в сфере обращения лекарственных средств. URL: https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/ (дата обращения: 21.02.2025).
18. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV издания. Федеральная электронная медицинская библиотека. URL: https://femb.ru/record/pharmacopea14 (дата обращения: 22.02.2025).
19. Статистика в аналитической химии. URL: https://chemstat.com.ru/node/19/ (дата обращения: 22.02.2025).

REFERENCES

1. Portnyagina N. V., Punegov V. V., Zainullina K. S. et al. Developmental biology, content and composition of essential oil of Betonica officinalis (Lamiaceae) under introduction conditions (Komi Republic). *Rastitel`nye resursy.* 2011; 47 (4): 42–49 (in Russian).
2. Ovesnov S. A. et al. Illustrated guide to plants of the Perm region. Perm. 2007. (in Russian).
3. Betonica officinalis L. Plants of The World Online. URL: https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:445133-1 (access date: 08.04.2025).
4. Plant resources of the USSR. Flowering plants, their chemical composition, use. Volume 6. Families Hippuridaceae-Lobeliaceae. Nauka. Leningradskoe otdelenie. 1991. 200 p. (in Russian).
5. Vollosovich A. G. Materials for the study of traditional medicine of the Bryansk region. *Voprosy farmakognozii.* 1965; 3: 179–184 (in Russian).
6. Gammerman A. F., Kuznetsova M. A. Folk medicinal plants of the Yaroslavl region and their use in other areas of the forest zone. Proc. 1st All-Union Congress of Pharmacists. M.:, 1970: (in Russian).
7. Paun G., Neagu E., Moroeanu V. et al. Anti-inflammatory and antioxidant activities of the Impatiens noli-tangere and Stachys officinalis polyphenolic-rich extracts. *Rev. Bras. Farmacogn.* 2018; 28: 57–64. doi.org/10.1016/j.bjp.2017.10.008
8. Háznagy-Radnai E., Balogh Á., Czigle S. et al. Antiinflammatory activities of Hungarian Stachys species and their iridoids. *Phytother Res.* 2012; 26 (4): 505–9. doi: 10.1002/ptr.3582
9. Sas I. et al. Comparative Study of Phenolic Compounds of the Herb of Betonica L. Genus Species of Flora of Ukraine. *ScienceRise: Pharmaceutical Science.* 2021; 1: 66–75. doi:10.15587/2519-4852.2021.225767
10. Bączek K., Kosakowska O., Przybył J.L., Węglarz Z. Accumulation of phenolic compounds in the purple betony herb (Stachys officinalis L.) originated from cultivation. *Herba Polonica.* 2016; 62 (2): 7–16. doi.org/10.1515/hepo-2016-0007
11. Marin P. D. et al. Glycosides of tricetin methyl ethers as chemosystematic markers in Stachys subgenus Betonica. *Phytochemistry.* 2004; 65 (9): 1247–1253. doi.org/10.1016/j.phytochem.2004.04.014
12. Kobzar' A. Y., Nikonov G. K. Flavonoids of the epigeal part of Betonica officinalis. *Chem Nat Compd.* 1986; 22: 600–601. doi.org/10.1007/BF00599274 (in Russian).
13. Igzakova Z.I., Galiakhmetova E.Kh., Galiakhmetova R.R., Gareeva K.M., Kudashkina N.V. Qualitative and quantitative analysis of flavonoids in the grass, fruits and roots of Crambe abyssinica Hochst. and determination of their antioxidant activity by chemiluminescence. *Izvestiya GGTU. Meditsina, farmatsiya.* 2024; 4(20): 50-55 (in Russian)
14. Belova O. A., Kurkin V. A., Egorov M. V. Quantitative determination of total flavonoids in Glycyrrhiza Glabra L. herbs. *Farmatsiya i farmakologiya.* 2023; 11 (2): 127–136. doi.org/10.19163/2307-9266-2023-11-2-127-136 (in Russian).
15. Semakin D.O., Gulyaev D.K., Belonogova V.D. Quantitative determination of procyanidins in spruce cones. *Farmatsiya.* 2024; 1: 5–9. doi.org/10.29296/25419218-2024-01-01 (in Russian).
16. Podgurskaya V. V., Luksha E. A., Savchenko I. A., Korneeva I. N., Ivanova E. V. Phytochemical Analysis of the Aerial Part of Golden Dock (Rumex Maritimus L.). *Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv.* 2023; 12 (2): 73–78. https://doi.org/10.33380/2305-2066-2023-12-2-73-78. (in Russian).
17. State Pharmacopoeia of the Russian Federation, 15th edition. Institute of Pharmacopoeia and Standardization in Medicines Circulation. URL: https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/ (accessed on 21.02.2025). (in Russian).
18. State Pharmacopoeia of the Russian Federation, 14th edition. Federal Electronic Medical Library. URL: https://femb.ru/record/pharmacopea14 (accessed on 22.02.2025). (in Russian).
19. Statistics in Analytical Chemistry. URL: https://chemstat.com.ru/node/19/ (accessed on 22.02.2025). (in Russian).