Сорбционные и хроматографические процессы. 2026. Т. 26, № 2. С. 351-357.
Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy. 2026. Vol. 26, No 2. pp. 351-357.

ISSN 1680-0613

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Научная статья
УДК 615.074
doi: 10.17308/sorpchrom.2026.26/14182

Анализ флавоноидов и оценка антоксидантной активности *in vitro* сбора на основе зверобоя и синюхи голубой травы

Алексей Сергеевич Болгов, Анна Сергеевна Чистякова, Алевтина Алексеевна Гудкова✉, Владислав Романович Китаев, Алексей Иванович Сливкин

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия, al.f84@mail.ru✉

Аннотация. В последнее время среди населения набирают популярность многокомпонентные лекарственные растительные препараты (в том числе сборы) и биологически активные добавки к пище, оказывающие комплексное воздействие на организм. Учитывая немаловажную роль окислительного стресса в возникновения различных патологических процессов, исследования, направленные на выявление перспективных средств растительного происхождения, способных снижать количество перекисных соединений, является актуальными.

Целью работы являлось изучение качественного состава флавоноидов методом ТСХ и оценка антоксидантной активности in vitro сбора растительного на основе зверобоя и синюхи голубой травы.

Объектом исследования выступал сбор растительный, состоящая из зверобоя травы, синюхи голубой травы, каштана конского цветков, горца щавелелистного травы (2:2:1:1). Качественный анализ флавоноидов оценивали методом ТСХ в системе этилацетат – муравьиная кислота – вода (10:2:3), проявляющий реагент – 5% спиртовой раствор алюминия хлорида с последующей детекцией в УФ – свете. Количественное определение суммы флавоноидов в пересчете на рутин оценивали методом дифференциальной спектрофотометрии после реакции комплексообразования с алюминия хлоридом. Антирадикальная активность оценивался по DPPH-методу.

С помощью метода ТСХ в извлечениях из сбора на основе зверобоя и синюхи голубой травы установлено наличие зон веществ флавоноидной природы. Наибольшее количество флавоноидов наблюдается в извлечениях, полученных 40 и 50% спиртом (по 15 зон), среди которых, идентифицированы рутин, кверцетин, гиперозид и кемпферол. Показана рациональность получения в качестве лабораторных образцов лекарственных форм настоя и жидкого экстракта (1:1). Установлено количественное содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин, составившее 0.97±0.12 и 23±0.18 мг/см^3 для настоя и жидкого экстракта соответственно. Выявлено, что максимальная DPPH – ингибирующая активность в концентрации 1000 мкг/см^3, наблюдается для жидкого экстракта (92.3%), что несколько выше, чем для настоя (80.5%). Рассчитанное среднее значение IC50 для настоя, полученного на основе изучаемого сбора, составило 27.34±4.06 мкг/см^3, для жидкого экстракта составило 13.69±0.64 мкг/мл. Полученные результаты показывают перспективность использования изучаемого сбора как источника флавоноидов и средства, проявляющего умеренную антирадикальную активность.

Ключевые слова: флавоноиды, тонкослойная хроматография, сбор растительный, антиоксидантная активность, ингибирование радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH).

Для цитирования: Болгов А.С., Чистякова А.С., Гудкова А.А., Китаев В.Р., Сливкин А.И. Анализ флавоноидов и оценка антоксидантной активности *in vitro* сбора на основе зверобоя и синюхи голубой травы // *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2026. Т. 26, № 2. С. 351-357. https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2026.26/14182

Original article

Analysis of flavonoids and *in vitro* antioxidant activity assessment of a herbal mixture based on St. John's wort and blue polemonium herb

Alexei S. Bolgov, Anna S. Chistyakova, Alevtina A. Gudkova✉, Vladislav R. Kitaev, Alexei I. Slivkin

© Болгов А. С., Чистякова А. С., Гудкова А. А., Китаев В. Р., Сливкин А. И., 2026

Сорбционные и хроматографические процессы. 2026. Т. 26, № 2. С. 351-357.
Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy. 2026. Vol. 26, No 2. pp. 351-357.

ISSN 1680-0613

Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, al.f84@mail.ru✉

Abstract. Recently, multicomponent herbal medicinal preparations (including herbal mixtures) and dietary supplements that exert a complex effect on the body have been gaining popularity among the population. Given the important role of oxidative stress in the development of various pathological processes, research aimed at identifying promising plant-derived agents capable of reducing the amount of peroxide compounds is relevant. This work aimed to study the qualitative composition of flavonoids by TLC and to evaluate the *in vitro* antioxidant activity of a herbal mixture based on St. John's wort and blue polemonium herb.

The object of the study was a herbal mixture consisting of St. John's wort herb, blue polemonium herb, horse chestnut flowers, and sorrel buckwheat herb (2:2:1:1). Qualitative analysis of flavonoids was performed by TLC using the solvent system ethyl acetate–formic acid–water (10:2:3), with 5% alcoholic aluminum chloride solution as the visualizing reagent followed by UV detection. Quantitative determination of total flavonoids calculated as rutin was performed by differential spectrophotometry after complexation with aluminum chloride. Antiradical activity was assessed using the DPPH method.

Using TLC, the presence of zones of flavonoid compounds was established in extracts from the mixture based on St. John's wort and blue polemonium herb. The highest number of flavonoids was observed in extracts obtained with 40% and 50% ethanol (15 zones each), among which rutin, quercetin, hyperoside, and kaempferol were identified. The rationality of preparing infusion and liquid extract (1:1) as laboratory samples of dosage forms was demonstrated. The quantitative content of total flavonoids calculated as rutin was found to be 0.97±0.12 and 23±0.18 mg/cm^3 for the infusion and liquid extract, respectively. It was found that the maximum DPPH-inhibiting activity at a concentration of 1000 μg/cm^3 was observed for the liquid extract (92.3%), which is somewhat higher than for the infusion (80.5%). The calculated mean IC_{50} value for the infusion prepared from the studied mixture was 27.34±4.06 μg/cm^3, and for the liquid extract it was 13.69± 0.64 μg/cm^3. The obtained results demonstrate the potential of using the studied mixture as a source of flavonoids and as an agent exhibiting moderate antiradical activity.

Keywords: flavonoids, thin-layer chromatography, herbal mixture, antioxidant activity, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical inhibition.

For citation: Bolgov A.S., Chistyakova A.S., Gudkova A.A., Kitaev V.R., Slivkin A.I. Analysis of flavonoids and *in vitro* antioxidant activity assessment of a herbal mixture based on St. John's wort and blue polemonium herb. *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy*. 2026. 26(2): 351-357. (In Russ.). https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2026.26/14182

Введение

В последнее время среди населения набирают популярность многокомпонентные лекарственные растительные препараты (в том числе сборы) и биологически активные добавки к пище (БАД), оказывающие комплексное воздействие на организм, что важно как для лечения, так и для профилактики различных заболеваний, являясь при этом высокоэффективными, безопасными и доступными для населения. Согласно данному тренду, на фармацевтическом факультете ФГБОУ ВО ВГУ был разработан и запатентован состав сбора растительного, включающего четыре компонента, проявляющего в доклинических исследованиях седативную активность, рекомендованный для купирования стрессорных реакций [1], что, в свою очередь, приведет к повышению работоспособности.

Основополагающими компонентами предлагаемого сбора являются зверобоя трава и синюхи голубой трава. Для зверобоя травы давно описаны антидепрессивные, анксиолитические и седативные свойства что обусловлено способностью его активных веществ ингибировать обратный захват серотонина и других нейротрансмиттеров, а также влиянием на обмен мелатонина. В медицинской практике давно известны седативные свойства синюхи голубой травы, превосходящие по силе валериану лекарственную [2-4].

Все компоненты, входящие в состав запатентованного сбора, содержат в своем составе фенольные соединения, в частности, флавоноиды, которые проявляют большое количество разнообразных эффектов, в том числе и антиоксидантную активность [2-6]. Учитывая немаловажную роль окислительного стресса в

возникновения различных патологических процессов [7], исследования, направленные на выявление перспективных средств растительного происхождения, способных снижать количество перекисных соединений, является актуальными.

Целью работы являлось изучение качественного состава флавоноидов методом ТСХ и оценка антоксидантной активности *in vitro* сбора растительного на основе зверобоя и синюхи голубой травы.

Экспериментальная часть

Объект исследования. Объектом исследования выступал сбор растительный, состоящая из зверобоя травы (2 части), синюхи голубой травы (2 части), каштана конского цветков (1 часть), горца щавелелистного травы (1 часть) [1]. Для получения сбора все компоненты измельчались до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 5 мм, после чего смешивались в необходимых соотношениях и гомогенизировались.

Тонкослойная хроматография. Для оценки качественного состава флавоноидов методом тонкослойной хроматографии в изучаемом сборе готовили извлечения по методике, описанной в ОФС ГФ РФ XV изд. «Определение содержания экстрактивных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах» [8], в качестве экстрагентов применяли воду дистиллированную и спирт этиловый в концентрациях от 20 до 96%. Условия хроматографирования: система для разделения флавоноидов – этилацетат – муравьиная кислота – вода (10:2:3), объем наносимой пробы 5 мкл, пластины для хроматографирования фирмы Sorbfil ПТСХ-АФ-А (ООО «Имид», Краснодар, Россия), насыщение хроматографической камеры 15 минут, проявляющий реагент – 5% спиртовой раствор алюминия хлорида с последующей детекцией в УФ – свете [9].

Получение лекарственных форм из сбора. Для оценки антирадикальной активности из исследуемого сбора в лабораторных условиях получали различные лекарственные формы. Водное извлечение готовили согласно режиму экстрагирования по типу настоя (1:10) [8]. В качестве водно – спиртового извлечения использовали полученный методом перколяции жидкий экстракт (1:1), применяя в качестве экстрагента спирт этиловый 50% [10].

Количественное определение суммы флавоноидов, в пересчете на рутин. Количественное определение флавоноидов устанавливали согласно спектрофотометрической методике. В мерную колбу, вместимостью 25 см^3 помещали аликвоту лекарственной формы (2.0 см^3 настоя или 0.5 см^3 жидкого экстракта 1:1), доводили спиртом этиловым 70% до метки (Раствор А). 2,0 см^3 раствора А помещали мерную колбу объемом 25 см^3 и добавляли 2 см^3 спиртового раствора хлорида алюминия 5%, доводили уровень жидкости в до метки спиртом этиловым 96%, перемешивали и оставляли в темном месте для созревания окраски в течение 50 минут. После чего измеряли оптическую плотность при длине волны 410 нм. В качестве раствора сравнения использовали раствор, состоящий из 2 см^3 раствора А, доведенного спиртом этиловым 95% до метки. В аналогичных условиях измеряли оптическую плотность стандартного образца рутина (0,05% спиртовой раствор). Содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин оценивали по формуле:

$$X = \frac{D_{и} \cdot m_{ст} \cdot 1 \cdot 25 \cdot 25}{D_{ст} \cdot V_{ст} \cdot 25 \cdot V_{лф} \cdot 2}$$

где X – содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин, г/см^3; $D_{и}$ – оптическая плотность исследуемого раствора; $D_{ст}$ – оптическая плотность СО рутина; $m_{ст}$ – масса СО рутина, г; $V_{ст}$ - объем разведения СО рутина, см^3; $V_{лф}$ – объем лекарственной формы, необходимы для получения раствора А.

Определение антирадикальной активности. Антирадикальная активность оценивался по DPPH-методу [11-19], основанном на взаимодействии радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила с антирадикалом с последующим восстановлением радикала и снижением оптической плотности испытуемого раствора [16]. Для проведения эксперимента экстрагент из лекарственных форм отгоняли под вакуумом при температуре 40-50°С с использованием роторного испарителя до сухого остатка. Далее в раствор DPPH в метаноле (0.5 см^3 0.4 мМ) вносили сухие остатки изучаемых объектов в пяти концентрационных диапазонах от 62.5 до 1000 мкг/см^3. После инкубирования реакционной смеси в течении 30 минут при комнатной температуре измерение оптической плотности проводили при аналитическом длине волны 518 нм, раствором сравнения выступал метанол. Сравнение полученных данных выполняли относительно результатов, зарегистрированных для хлорогеновой кислоты, подготовленной аналогичным способом. Расчет процента ингибирования DPPH – осуществляли по формуле: $\%\ \text{инг.} = \frac{A_x}{A_0} \times 100$, где где A_x – оптическая плотность испытуемого образца; A_0 – оптическая плотность пробы положительного контроля (раствора DPPH). Результат выражали в процентах ингибирования генерации радикалов (% инг.). Все тесты выполняли в триплетном варианте. Методом пробит-анализа рассчитывали величину IC50. Все данные статистически обработаны.

Обсуждение результатов

Оценивая хроматографическую картину извлечений из изучаемого сбора, полученных разными экстрагентами, следует отметить наличие на треках зон веществ флавоноидной природы. Наибольшее количество флавоноидов наблюдается в извлечениях, полученных 40 и 50% спиртом (по 15 зон), также нужно отметить наличие флавоноидов в извлечении, полученном экстракцией водой дистиллированной (11 зон). В результате попытки отнесения величин R_f с использованием данных литературы, показано наличие рутина (R_f=0.48), гиперозида (R_f=0.84), кверцетина (R_f=0.87), кемпферола (R_f=0.95) [16, 20-22].

Для дальнейшего получения лекарственных форм на основе изучаемого сбора, в качестве экстрагентов были выбраны вода дестиллированная, используемая для приготовления настоя, наиболее часто получаемой в домашних условиях лекарственной формы как из лекарственных растительных препаратов, так и БАД, а также спирт этиловый 50%, перспективный для получения жидкого экстракта (1:1), максимально извлекающего флавоноиды из растительного сырья и обладающего относительной стабильностью при хранении.

Количественное определение суммы флавоноидов в пересчете на рутин в извлечениях из сбора, установленное методом дифференциальной спектрофотометрии составило 0.001 и 0.023 мг/см^3 для настоя и жидкого экстракта соответственно (рис.1). Подобные различия в количественном соотношении связаны, как с различной технологией получения извлечений, так и способностью флавоноидов растворяться преимущественно в спирте этиловом.

Полученные DPPH-методом результаты указывают, что биологически активные вещества извлечений, полученных на основе анализируемого сбора, обладают способностью ингибировать свободные радикалы. Сводные данные приведены в таблице 1, зависимости «ингибирующая активность-концентрация» для сухого остатка водного и водно – спиртового извлечений из сбора при оценке DPPH-радикал ингибирующей активности приведены на рисунке 2. Как видно из данных рисунка, с увеличением концентрации изучаемого объекта в реакционной

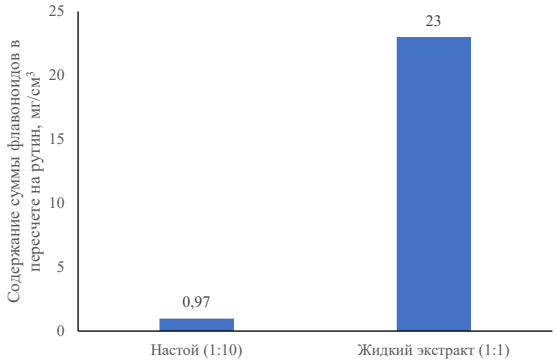

Рис. 1. Содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин (мг/см^3) в извлечениях из сбора на основе зверобоя и синюхи голубой травы
Fig. 1. The content of total flavonoids recalculated for rutin (mg/mL) in extracts from a herbal mixture based on St. John's wort and Jacob's ladder herb

Таблица 1. Хроматографическая картина зон флавоноидов в сборе растительном на основе зверобоя и синюхи голубой травы
Table 1. Chromatographic pattern of flavonoid zones in a herbal mixture based on St. John's wort and Jacob's ladder herb

№ пятна на треке	Экстрагент					
	Вода	Концентрация спирта этилового, %				
		20	40	50	70	96
1	0.15	0.14	0.12	0.12	0.10	-
2	-	0.19	0.17	0.18	0.16	0.18
3	0.21	0.24	0.22	0.24	0.22	-
4	0.28	-	0.31	0.31	0.31	0.32
5	0.37	0.35	0.35	0.34	-	-
6	-	0.44	0.43	0.42	0.41	0.42
7*	0.49	0.51	0.49	0.48	0.48	0.48
8	0.57	-	0.60	0.61	0.59	0.59
9	-	0.63	0.64	0.64	-	-
10	0.69	0.68	0.69	0.68	0.68	0.67
11	0.75	0.72	0.74	0.74	0.72	-
12**	0.84	-	0.84	0.84	-	-
13***	-	0.87	0.86	0.85	0.85	0.87
14****		-	0.95	0.95	0.95	-
15	0.97	-	0.96	0.96	0.97	0.97

Прим.: рутина (R_f=0.48*), гиперозида (R_f=0.84**), кверцетина (R_f=0.87***), кемпферола (R_f=0.95****)

смеси, наблюдается резкий рост ингибирующей активности, которые затем замедляется. Ввиду подобной картины, была использован логарифмический тип линии тренда, коэффициент корреляции равен 0.901 и 0.976 для сухих остатков водного и водно-спиртового извлечений соответственно. Следует отметить, что максимальная DPPH – ингибирующая активность в концентрации 1000 мкг/см^3, наблюдается для жидкого экстракта (92.3%), что несколько выше, чем для настоя (80.5%), вещества сравнения (хлорогеновой кислоты) (84.5%), что сопоставимо с активностью экстракта гинкго билоба (83.2%) [12].

Рассчитанное среднее значение IC50 для настоя, полученного на основе изучаемого сбора, составило 27.34± 4.06 мкг/см^3, что указывает на умеренную антиоксидантную активность. Среднее значение IC50, рассчитанное для жидкого экстракта составило 13.69±0.64 мкг/см^3, что в два раза выше, чем для настоя, и,

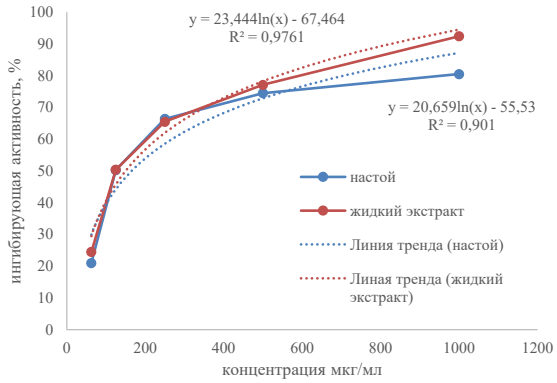

Рис. 2. Зависимость «ингибирующая активность-концентрация» для водного и водно-спиртового извлечений при оценке DPPH-радикал ингибирующей активности
Fig. 2. Dependence of «inhibitory activity-concentration» for aqueous and hydroalcoholic extracts when assessing DPPH-radical inhibitory activity

Таблица 2. Сравнительные данные по антирадикальной активности и IC50 извлечений из разных видов растительного сырья [11-19]
Table 2. Comparative data on antiradical activity and IC50 of extracts from different types of plant raw materials [11-19]

Растительное сырье	Экстрагент, соотношение сырье : экстрагент при получении матричного извлечения	IC50, мкг/см^3
Сбор на основе зверобоя и синюхи голубой травы	Вода (1:10)	27.30
	Этанол 50% (1:1)	13.70
Черники обыкновенной плоды	Этанол 96% (1:10)	20.50
Сбор ноотропный	Этанол 70% (1:100)	6.33
Ежевики сизой листья	Вода (1:10)	43.60
Альфредии поникшей листьев экстракт гранулированный	Этанол 40%	475.60
Гинкго двулопастного экстракт	-	355.1
Татарника колючего трава	Этанол 70% (1:50)	2.48
Облепихи крушиновидной плоды	Этанол 96%	11.20
Кверцетин	Этанол 96% (0.05%)	9.85
Хлорогеновая кислота	Этанол 70% (0.02%)	1.71
Кофейная кислота	Этанол 70% (0.02%)	2.53
Аскорбиновая кислота	Вода (0.01%)	29.10

предположительно, связано с увеличением экстрагируемости при использовании спирта этилового 50% таких природных антиоксидантов, как флавоноидов и гидроксикоричных кислот.

Учитывая разницу между количественным содержанием флавоноидов в настое и жидком экстракте, а также различия в значениях показателя IC50, можно отметить, что в проявление антирадикальной активности настоя в большей степени вносят вклад водорастворимые компоненты, такие как витамины (аскорбиновая кислота) и фенольные соединения (дубильные вещества, антоцианы), в то время как за активность жидкого экстракта отвечают преимущественно флавоноидные соединения.

Сравнительный анализ данных литературы, описывающих IC50 [11-19] извлечений из различных видов растительного сырья и индивидуальных соединений показывает, что исследуемый растительный сбор демонстрирует сопоставимую антирадикальную активность как в

форме водного настоя, так и жидкого экстракта, превышая активность, установленную для альфредии поникающей листьев, ежевики сизой листьев, черники обыкновенной плодов и аскорбиновой кислоты (таблица 2).

Полученные результаты показывают перспективность использования изучаемого сбора как источника флавоноидов и средства, проявляющего умеренную антирадикальную активность.

Заключение

С помощью метода ТСХ в извлечениях из сбора на основе зверобоя и синюхи голубой травы установлено наличие веществ флавоноидной природы. Наибольшее количество флавоноидов наблюдается в извлечениях, полученных 40 и 50% спиртом (по 15 зон), среди которых, идентифицированы рутин, кверцетин, гиперозид и кемпферол. Показана рациональность получения в качестве лабораторных образцов лекарственных форм настоя и жидкого экстракта (1:1). Установлено количественное содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин, составившее 0.97±0.12 и 23± 0.18 мг/см^3 для настоя и жидкого экстракта соответственно. Выявлено, что максимальная DPPH – ингибирующая активность в концентрации 1000 мкг/см^3, наблюдается для жидкого экстракта (92.3%), что несколько выше, чем для настоя (80.5%). Рассчитанное среднее значение IC50 для настоя, полученного на основе изучаемого сбора, составило 27.34±4.06 мкг/см^3, для жидкого экстракта составило 13.69±0.64 мкг/см^3. Полученные результаты показывают перспективность использования изучаемого сбора как источника флавоноидов и средства, проявляющего умеренную антирадикальную активность.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет известных финансовых конфликтов интересов или личных отношений, которые могли бы повлиять на работу, представленную в этой статье.

Список литературы/References

1. Buzlama A.V., Bolgov A.S., Gudkova A.A., Chistjakova A.S., Kuznecov A.Ju., Alekseenko E.A. Patent RF, № 2832893, 2025.

2. Malceva A. A., Sorokina A. A., Brezhneva T. A., Chistjakova A. S., Slivkin A. I. *Pharmacy.* 2011; 7: 13-16.

3. Hishova O. M., Shherbinin I. Ju., Dubashinskaja N.V. *Pharmacy.* 2013; 1: 43–44.

4. Postrash I. Ju. *Bulletin of the Privolzhie AIC*. 2021; 1(53):57-63. https://doi.org/10.35694/YARCX.2021.53.1.010

5. Dunilin A. D., Trineeva O.V. *Sorbtsionnye i khromatograficheskie protsessy*. 2024; 24(4): 581-591. https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2024.24/12413

6. Gudkova A.A., Chistjakova A.S., Kostyleva A.A., Bolgov A.S., Slivkin A.I. *Drug development & registration*. 2023; 12(3): 96-103. https://doi.org/10.33380/2305-2066-2023-12-3-96-103.

7. Uzbekov M.G. *Social and Clinical Psychiatry*. 2022; 32(3): 3–82.

8. State Pharmacopoeia of the Russian Federation, 15th edition, Available at: http://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdaniye-15 (accessed: 1 December 2025)

9. Perova I.B., Jeller K.I., Mal'ceva A.A., Chistjakova A.S., Slivkin A.I., Sorokina A.A. *Pharmacy*. 2017; 66(2): 15-19.

10. Dubashinskaja N.V., Hishova Ja.Ju., Adamenko Ja.Ju. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta*. 2016; 15(1): 99-105.

11. Kompancev D.V., Semjonova N.N., Pozdnjakov D.I., Shatalova T.A., Hadzhieva Z.D., Adzhiahmetova S.L., Chervonaja N.M. *ORES scientific platform*. 2019; 21(4): 29-34.

12. Suhomlinov, Ju.A., Bubenchikova K.R. *People and health*. 2022; 25(3):93-98.

13. Tirzitis G., Bartosz G *Acta Biochimica Polonica*. 2010; 57(1): 139-142.

14. Mensor L.L., Menezes F.S., Leitão G.G., Reis A.S., T. C. Santos T.C., Coube C.S., Leitão S.G. *Phytotherapy Research*. 2001; 15: 127-130.

15. Dorovskih E.A., Trashhenkova D.A., Kovaleva T.Ju., Ermakova V.A. *Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry.* 2020; №23(4): 33−37. https://doi.org/10.29296/25877313-2020-04-05

16. Nikiforova A.N., Samojlov A.V., Nikolaeva Ju.V., Fedorova E.M. *Agro-industrial technologies of Central Russia*. 2021; 4(22): 22-30. https://doi.org/10.24888/2541-7835-2021-22-22-30.

17. Makarova N. V., Eremeeva N.B. *Chemistry of Plant Raw Material*. 2020; 1:167-177. https://doi.org/10.14258/jcprm.2020014425

18. Nilova L.P., Maljutenkova S.M. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2021; 1(87): 108-114. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-1-108-114

19. Fedoseeva L.M., Chistova Ju.I. *Russian Journal of Biotherapy*. 2019; 2: Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/identifikatsiya-fenolnyh-soedineniy-suhogo-ekstrakta-poluchennogo-iz-sbora-oduvanchika-lekarstvennogo-travy-i-lopuha-bolshogo-lista (Access mode 1 December 2025)

20. Galiahmetova Je.H., Kudashkina N.V., Chujkin S.V., Egorova E.G. Bashkortostan Medical Journal. 2016; 5(65). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-densitometrii-v-kachestvennom-analize-flavonoidov-listiev-limonnika-kitayskogo (accessed: 1 December 2025)

21. Fedoseeva L. M., Kudrikova L. E., Turchaninov A. A., Sivova Ju. S. *Chemistry of plant raw material*. 2006; 4. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-flavonoidov-sborov-na-osnove-listiev-badana-tolstolistnogo (accessed: 01 December 2025)

Информация об авторах / Information about the authors

А.С. Болгов – аспирант кафедры фармацевтической технологии, Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская Федерация, – https://orcid.org/0000-0001-5827-5953

А.С. Чистякова – к.фарм.н., доцент кафедры фармацевтической химии и фармакогнозии, Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская Федерация, E-mail: anna081189@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-8291-9904

А.А. Гудкова – д.фарм.н., доцент кафедры фармацевтической химии и фармакогнозии, Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская Федерация, E-mail: al.f84@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-5827-5953

В.Р. Китаев – студент фармацевтического факультета, Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская Федерация, E-mail: kitaevvladok@gmail.com, https://orcid.org/0009-0007-7593-6339

А.И. Сливкин – д.фарм.н., заведующий кафедрой фармацевтической технологии Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская Федерация, E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru https://orcid.org/0000-0002-7811-8354

A.S. Bolgov – postgraduate student of the Department of Pharmaceutical Technology, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, – https://orcid.org/0000-0001-5827-5953

A.S. Chistyakova – PhD., Assistant Professor, Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmacognosy, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, E-mail: anna081189@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-8291-9904

A.A. Gudkova – PhD., DSci., Associate Professor of the Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmacognosy, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, E-mail: al.f84@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-5827-5953

V.R. Kitaev – student of the Faculty of Pharmacy, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, E-mail: kitaevvladok@gmail.com https://orcid.org/0009-0007-7593-6339

A.I. Slivkin – Grand PhD in Pharmaceutical Sciences, Head of the Department of Pharmaceutical Technology, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru https://orcid.org/0000-0002-7811-8354

Статья поступила в редакцию 12.12.2025; одобрена после рецензирования 08.04.2026; принята к публикации 15.04.2026.
The article was submitted 12.12.2025; approved after reviewing 08.04.2026; accepted for publication 15.04.2026.