УДК 615.322:615.076.7:615.017 DOI: 10.20969/VSKM.2026.19(5).50-59

Фитохимический состав извлечений, полученных из травы остролодочника волосистого (*Oxytropis pilosa* (L.) DC.), и их влияние на динамику развития бактериальных популяций

Л. В. Караваева[1], О. Г. Шаповал[1], У. А. Матвиенко[1], Т. А., Кульшань[1], Н. А. Дурнова[1,2]

[1]ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ имени В. И. Разумовского» Минздрава России, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Б. Казачья, д. 112

[2] ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Россия, 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

Реферат. Введение. Лекарственные средства растительного происхождения за счет содержания в них различных групп биологически активных веществ могут оказывать антимикробное действие, влияя одновременно на разные мишени в клетке. Трава *Oxytropis pilosa* (L.) DC. содержит алкалоиды, стероиды, фенолкарбоновые кислоты, кумарины, флавоноиды (кверцетин, моно- и дигликозиды кемпферола и кверцетина, астрагалин), что потенциально может указывать на антимикробный эффект извлечений. **Цель исследования** – фитохимический анализ водного и спиртовых извлечений, полученных из травы *O. Pilosa,* и оценка их влияния на динамику развития бактериальных популяций. **Материалы и методы.** Объектами исследования являлись водное и спиртовые извлечения (концентрация спирта этилового 40, 70 и 95%), полученные из травы *O. pilosa*. Анализ основных групп биологически активных веществ проводили с помощью качественных реакций и тонкослойной хроматографии. Содержание флавоноидов в извлечениях определяли методом дифференциальной спектрофотометрии в пересчете на рутин. Антимикробную активность извлечений в отношении стандартных штаммов *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 25922 и клинического штамма *Staphylococcus aureus* 2963 изучали методом двукратных серийных разведений в бульоне Мюллера-Хинтон при микробной нагрузке 5×10^5 КОЕ/мл в концентрациях 50-3,125 мг/мл, наблюдая динамику развития популяций, которую оценивали по оптической плотности немедленно, а также через 2, 7 и 20 часов после инокуляции. **Результаты и обсуждение.** При скрининге химического состава анализируемых извлечений, во всех извлечениях обнаружены дубильные вещества и флавоноиды. Кумарины обнаружены только в спиртовых извлечениях, тогда как тритерпеновые сапонины – в водном, 40% и 70% спиртовых извлечениях. Методом тонкослойной хроматографии идентифицирован фенольный профиль извлечений, в котором во всех извлечениях найден рутин и цинарозид. Содержание флавоноидов варьировало: максимальный показатель наблюдался у 40%-го и 70%-го этанола (8,76±0,30 и 8,74±0,32% соответственно), а минимальный – 95%-го извлечения (5,27±0,14%). У водного извлечения содержание составило 6,81±0,19%. Водные и спиртовые извлечения *O. pilosa* в концентрациях 50-3,125 мг/мл оказывали бактериостатическое действие на опытные штаммы *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, более выраженное у спиртовых извлечений и менее выраженное у водного извлечения в отношении стафилококка. **Заключение.** Полученные данные указывают на перспективы получения антимикробного препарата из травы *O. pilosa***,** но требуют дальнейшего более детального изучения фитохимического состава полученных извлечений, выделения фракций биологически активных веществ или индивидуальных соединений с целью последующего изучения антимикробной активности.

Ключевые слова: трава, *Oxytropis pilosa*, тонкослойная хроматография, спектрофотометрия, антимикробная активность, *Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli, Staphylococcus aureus*

Для цитирования: Караваева Л.В., Шаповал О.Г., Матвиенко У.А., [и др.]. Фитохимический состав извлечений, полученных из травы остролодочника волосистого (*Oxytropis pilosa* (L.) DC.), и их влияние на динамику развития бактериальных популяций // Вестник современной клинической медицины. – 2026. – Т. 19, вып. 5. – С.50–59. DOI: 10.20969/VSKM.2026.19(5).50-59.

Phytochemical composition of extracts obtained from the herb of *Oxytropis pilosa* and their effect on the growth of bacterial populations

Ludmila V. Karavaeva[1], Olga G. Shapoval[1], Uliana A. Matvienko[1], Tatiana A. Kulshan[1], Natalya A. Durnova[1,2]

[1] Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, 112 B Kazachya str., 410012 Saratov, Russia

[2] I. M. Sechenov Moscow State Medical University (Sechenov University), 8 Trubetskaya str., 119991 Moscow, Russia

Abstract. Introduction. Herbal medicines, due to various groups of biologically active substances (BAS) contained in them, can provide an antimicrobial effect through simultaneously targeting different sites within the microbial cell. *Oxytropis pilosa* (L.) DC. contains alkaloids, steroids, phenolcarboxylic acids, coumarins, and flavonoids, such as quercetin, kaempferol and quercetin mono- and diglycosides, and astragalin, which potentially indicates an antimicrobial effect of its extracts. **Aim**. To conduct a phytochemical analysis of aqueous and alcoholic extracts of *O. pilosa* and evaluate their effect on the growth of bacterial populations. **Materials and Methods.** The study objects were aqueous and alcoholic

extracts (ethanol concentrations of 40%, 70%, and 95%) prepared from *O. pilosa* herb. Main BAS groups were screened using qualitative chemical reactions and thin-layer chromatography (TLC). The total flavonoid contents in the extracts were identified by differential spectrophotometry, calculated as rutin equivalents. Antimicrobial activity of the extracts against standard strains of *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 25922, and a clinical strain of *Staphylococcus aureus* 2963 was studied using the broth microdilution method in Mueller-Hinton broth with a microbial load of 5×10□ CFU/mL at extract concentrations ranging from 50 to 3.125 mg/mL. Growth of bacterial populations was assessed by measuring their optical density immediately and at the 2-, 7-, and 20-hour post-inoculation. **Results and Discussion.** Phytochemical screening revealed the presence of tannins and flavonoids in all extracts. Coumarins were detected exclusively in the alcoholic extracts, while triterpene saponins were found in the aqueous extracts and in the 40%- and 70%-ethanol extracts. TLC analysis identified the phenolic profiles of the extracts, confirming the presence of rutin and cynaroside in all samples. The total flavonoid contents varied: The maximum values were observed in the 40%- and 70%-ethanol extracts (8.76±0.30% and 8.74±0.32%, respectively), while the minimum was recorded for the 95%-ethanol extract (5.27±0.14%). Aqueous extract exhibited a flavonoid content of 6.81±0.19%. Aqueous and alcoholic extracts of *O. pilosa* at the concentrations of 50–3.125 mg/mL provided a bacteriostatic effect against the test strains of *E. coli*, *P. aeruginosa*, and *S. aureus*. Regarding *Staphylococcus,* this effect was more pronounced in the alcoholic extracts and less pronounced in the aqueous extract. **Conclusions.** The findings indicate the potential of developing an antimicrobial preparation of the *O. pilosa* herb. However, this requires a further, more in-depth study of the phytochemical composition of the extracts obtained, as well as the isolation of specific BAS fractions or individual compounds for subsequent assessment of their antimicrobial activity.
Keywords: herb, *Oxytropis pilosa*, thin-layer chromatography, spectrophotometry, antimicrobial activity, *Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli, Staphylococcus aureus*
For citation: Karavaeva, L.V.; Shapoval, O.G.; Matvienko, U.A; at all. Phytochemical composition of extracts obtained from the herb of *Oxytropis pilosa* and their effect on the growth of bacterial populations. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2026, 19 (5), 50–59. DOI: 10.20969/VSKM.2026.19(5).50-59.

Введение. Использование антимикробных препаратов способствует формированию резистентных к антибиотикам штаммов микроорганизмов [1], поэтому актуален поиск новых препаратов как синтетического, так и растительного происхождения. Лекарственные средства растительного происхождения за счет содержания в них различных групп биологически активных веществ (БАВ) могут оказывать антимикробное действие, влияя одновременно на разные мишени в клетке [2].

Род остролодочник (*Oxytropis* (L.) DC.) насчитывает около 450 видов и широко распространен на территории Российской Федерации [3]. В Саратовской области произрастает три представителя рода остролодочник: *Oxytropis pilosa* (L.) DC., *Oxytropis floribunda* (Pall.) DC., *Oxytropis spicata* (Pall.) DC. При этом *O. floribunda* и *O. spicata* занесены в Красную книгу Саратовской области, *O. pilosa* распространен повсеместно [4].

O. pilosa представляет собой многолетнее травянистое растение, относящееся к семейству бобовых (*Fabaceae*). Этот вид характерен для лесостепных зон и имеет широкое распространение в Южной, Средней и Восточной Европе, а также в Средиземноморье (включая Балканский полуостров), на Кавказе, в Малой Азии и Монголии. В Российской Федерации его можно встретить на юге европейской части, в Северном Кавказе и на юге Западной и Восточной Сибири [5]. Трава *O. pilosa* содержит алкалоиды, стероиды, фенолкарбоновые кислоты, кумарины, флавоноиды: кверцетин, моно- и дигликозиды кемпферола и кверцетина, астрагалин [6]. Ранее была установлена антиоксидантная активность *O. pilosa* методами *in vitro* [7] и *in vivo* [8], а также проведен антимикробный скрининг диффузионным методом «агаровых колодцев» [9]. Настой *O. pilosa* широко применяется в народной медицине как противовоспалительное и ранозаживляющее средство [10]. Однако у настоев как лекарственной формы имеется ряд недостатков, основными из которых являются отсутствие четких критериев оценки качества и ограниченный срок хранения (2-3 дня) в связи с высокой возможностью микробной контаминации [11]. Одной из наиболее удобных лекарственных форм, получаемых из лекарственного растительного сырья, является экстракт, который может быть использован как для приготовления раствора для непосредственного применения в качестве лекарственного препарата, так и для введения в другие лекарственные формы (таблетки, мази, суппозитории и др.).

Целью настоящего исследования являлись фитохимический анализ водного и спиртовых извлечений, полученных из травы *O. pilosa* и оценка их влияния на динамику развития бактериальных популяций.

Материалы и методы.

Объекты исследования. Объектами исследования являлись водное и спиртовые извлечения (концентрация спирта этилового 40, 70 и 95%), полученные из травы *O. pilosa*.

Получение извлечений. Для приготовления извлечений использовали высушенную до воздушно-сухого состояния траву *O. pilosa*, заготовленную в период массового цветения на территории Саратовской области (п. Красный текстильщик) в 2023 году.

Траву *O. pilosa* измельчали на лабораторной мельнице до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 2 мм. Водные извлечения (1:10) получали по методике, описанной в ОФС.1.4.1.0018 «Настои и отвары» ГФ XV издания (настаивание на водяной бане – 15 минут, охлаждение – 45 минут); спиртовые извлечения получали методом мацерации настаивая в течение 7 дней в соотношении сырье:экстрагент – 1:10 [12]. Затем полученные водное и спиртовые извлечения сгущали и высушивали в вакуумном сушильном шкафу (Stegler VAC-24, Китай) при температуре 40 °С. Сухие остатки растворяли в дистиллированной воде до получения концентрации 100 мг/мл (раствор А).

Качественный анализ основных групп БАВ. Определение основных групп БАВ проводили с помощью качественных реакции по стандартным методикам. Качественный анализ фенольных соединений выполняли методом тонкослойной хроматографии (ТСХ). Раствор извлечения (5 мкл) наносили микрошприцем на хроматографические пластины со слоем силикагеля на алюминиевой подложке (TLC Silicagel 60 F254 (0,20 мм) АП, Merck). Спиртовые растворы рутина и цинарозида (0,05%) являлись стандартными растворами сравнения. Для хроматографирования использовали элюирующие системы: этилацетат – муравьиная кислота – уксусная кислота – вода (10:1:1:2); этилацетат – муравьиная кислота – вода (8:1:1), высота пробега составляла 10 см. После элюирования хроматограммы высушивали в сушильном шкафу при 105 ºС и последовательно обрабатывали специфичными детекторами (дифенилборилоксиэтиламина раствором 1% в спирте 95% и ПЭГ раствором 5% в спирте 95%), снова нагревали в сушильном шкафу в течение 1 мин при 105 ºС и просматривали в ультрафиолетовом свете при длине волны 365 нм.

Анализ флавоноидов спектрофотометрическим методом. Определение суммы флавоноидов выполняли методом дифференциальной спектрофотометрии на спектрофотометре СФ-2000 (Россия) в кварцевых кюветах (*l*=10 мм) при аналитическом максимуме 408 нм. Раствор А (1 мл) помещали в мерную колбу объёмом 25 мл, добавляли раствор хлорида алюминия 5 % (2 мл) и несколько капель уксусной кислоты разведенной (раствор Б). Регистрацию электронных спектров поглощения продуктов реакции проводили через 45 минут. Раствор сравнения – раствор Б без добавления комплексообразователя. В аналогичных условиях определяли оптическую плотность СО рутина 0,05 % [13].

Статистическую обработку результатов количественного определения выполняли в Excel Microsoft Office Professional plus 2021 (n = 3, f = 4, P = 95 %, T(f, P) = 2,7764).

Анализ антимикробной активности. Антимикробную активность извлечений изучали методом двукратных серийных разведений в бульоне Мюллера-Хинтон при микробной нагрузке 5×10^5 КОЕ/мл [14]. Для определения минимальной ингибирующей концентрации (МИК) каждого извлечения через 20 часов культивирования осуществляли высев на агар Мюллера-Хинтон. Кроме того, при тех же микробной нагрузке и питательной среде изучали влияние двукратных разведений экстрактов в концентрациях 50-3,125 мг/мл на динамику развития популяций, которую оценивали по оптической плотности сразу, а также через 2, 7 и 20 часов после инокуляции, то есть в *lag*-, *log*-фазы и стационарную фазу роста соответственно. Опытные концентрации извлечений выбирали на основании значений минимальных ингибирующих концентраций, полученных методом серийных разведений. В качестве опытных штаммов использовали клинический штамм *Staphylococcus aureus* 2963 и два стандартных штамма – *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. Измерение ОП осуществляли в кюветах с длиной оптического пути 1см при длине волны 625 нм на спектрофотометре ПЭ5400 ВИ (ООО «ЭКРОС-ХИМ», Россия). В качестве контрольного вещества с потенциальной антимикробной активностью использовали растворы рутина в концентрациях 0,625-0,039 мг/мл, подобранными с учетом предела растворимости. Растворы сравнения – соответствующие опытным растворы извлечений и рутина без культур. Статистическую обработку проводили определением средних значений ОП, полученных при трехкратном повторе эксперимента, и достоверности различий между ними в опыте и контроле с вероятностью 95% с помощью программы Excel Microsoft Office Professional plus 2021.

Реагенты и СО. В качестве СО использовали: цинарозид (≥98,00 %, Sigma-Aldrich, США), рутин (97,21 %, PhytoLab GmbH & Co. KG, Германия). Реагенты и среды: соляная кислота (АО «Вектон», хч, Россия), магний порошок (Химреактивснаб, хч, Россия), алюминий хлористый 6-водный (PanReac, pharma grade, США), железоаммонийные квасцы (ООО «Аквилон-Компани Хим», чда, Россия), железо хлористое (III) 6-водное (ООО «Аквилон-Компани Хим», ч, Россия), серная кислота (АО «Вектон», хч, Россия), пикриновая кислота (АО «Химреактивснаб», ч, Россия), желатин (АО «ЛенРеактив», пищ, Россия), натрия гидроокись (Akzo Nobel, хч, Германия), уксусная кислота (АО «Вектон», хч, Россия), висмута нитрат основной (ЗАО «Агропромсинтез», чда, Россия), калия йодид (ООО «Химсервис», хч, Россия), йод кристаллический (ACF MINERA S.A., ч, Чили), н-бутанол (ООО «Компонент-Реактив», хч, Россия), этилацетат (АО «Вектон», хч, Россия), муравьиная кислота (ООО «Компонент-Реактив», чда, Россия), аминоэтиловый эфир дифенилборной кислоты (Sigma-Aldrich, ≥ 97%, Германия), полиэтиленгликоль 400 (ООО «Компонент-реактив», ч, Россия) бульон Мюллера-Хинтон (AppliChem, Германия), спирт этиловый 95%-й (ПХФК ОАО «Медхимпром», Россия). Реактивы приобретены ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского Минздрава России.

Результаты и обсуждение

Результаты качественного анализа водного и спиртовых извлечений, полученных из травы *O. pilosa*, представлены в *таблице 1.*

Во всех извлечениях положительными были реакции на фенольные соединения, флавоноиды и дубильные вещества. Лактонная проба оказалась положительной в спиртовых извлечениях. В водном извлечении кумарины не обнаружены. При проведении реакции пенообразования устойчивая пена наблюдалась в водном, 40 и 70% спиртовых извлечениях, как в кислой, так и в щелочной среде, что говорит о присутствии тритерпеновых сапонинов в полученных извлечениях. Сердечные гликозиды, алкалоиды и антраценпроизводные в исследуемых извлечениях с помощью качественных реакций не обнаружены.

В элюирующих системах: этилацетат – муравьиная кислота – уксусная кислота – вода 10:1:1:2;

Таблица 1

Результаты фитохимического исследования водного и спиртовых извлечений из травы *O. pilosa*

Table 1

Findings of the phytochemical study of aqueous and alcoholic extracts from the *O. pilosa* herb

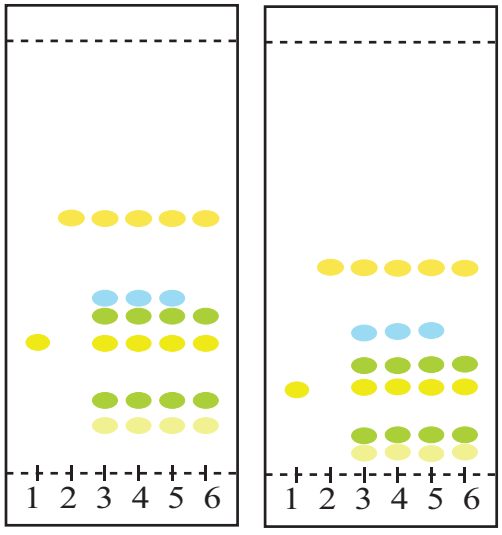
Группа БАВ	Качественная реакция	Аналитический эффект	Результаты реакции			
			Водное извлечение	40% спиртовое извлечение	70% спиртовое извлечение	95% спиртовое извлечение
Флавоноиды	Спиртовой раствор алюминия хлорида 2%	Желтое окрашивание	+	+	+	+
	Цианидиновая проба	Красное окрашивание	+	+	+	+
Дубильные вещества	Железоаммонийные квасцы	Черно-зеленое окрашивание	+	+	+	+
	Раствор желатина 1%	Появление мути	+	+	+	+
Фенольные соединения	Раствор железа хлорида 3%	Сине-зеленное окрашивание	+	+	+	+
Кумарины	Лактонная проба	Появление осадка	-	+	+	+
Сапонины	Реакция пенообразования	Образование устойчивой пены	+	+	+	-

этилацетат – муравьиная кислота – вода 8:1:1 растворы СО имеют следующие значения Rf: зона СО рутина – Rf_4=0,30; Rf_5=0,20; зона СО цинарозида – Rf_4=0,59; Rf_5=0,48.

На хроматограммах в соответствующих элюирующих системах визуализируются следующие четыре зоны адсорбции: желтая ($Rf_а$=0,11; $Rf_б$=0,05), зеленая ($Rf_а$=0,17; $Rf_б$=0,09), желтая ($Rf_а$=0,30; $Rf_б$=0,20), зеленая ($Rf_а$=0,36; $Rf_б$=0,25); желтая ($Rf_а$=0,59; $Rf_б$=0,48), относящиеся к флавоноидам. Желтые зоны на уровне рутина и цинарозида наблюдаются во всех анализируемых извлечениях. Зона адсорбции, флюоресцирующая голубым цветом ($Rf_а$=0,40; $Rf_б$=0,33), визуализируется в извлечениях, полученных с помощью воды очищенной, 40, 50, 70% этилового спирта и предположительно относятся к гидроксикоричным кислотам или другим соединениям фенольной природы (*рисунок 1*).

Анализ флавоноидов в исследуемых экстрактах проводили методом УФ-спектрофотометрии. Для этого регистрировали УФ-спектры поглощения исходных извлечений, их комплексов с хлоридом алюминия, а также дифференциальные спектры. В спектрах нативных растворов экстрактов фиксируется характерная полоса поглощения в области 340-350 нм. Добавление раствора $AlCl_3$ вызывает батохромный сдвиг данной полосы на 60-70 нм в длинноволновую область – типичный признак образования координационных соединений между алюминием и 3- или 5-гидроксигруппами флавоноидов. Этот эффект однозначно подтверждает присутствие флавоноидных соединений в составе исследуемых извлечений (*рисунок 2*).

Совпадение максимумов поглощения дифференциальных спектров рутина и исследуемых извлечений (408 нм), а также обнаружение рутина на хроматограмме всех извлечений позволяет провести количественный анализ суммы флавоноидов в пересчете на рутин.



а/a б/b

Рис. 1. Хроматограммы фенольных соединений извлечений, полученных из травы *O. pilosa* в УФ-свете после детекции: а – элюирующая система: этилацетат – муравьиная кислота- уксусная кислота – вода 10:1:1:2; б - элюирующая система: этилацетат – муравьиная кислота – вода 8:1:1; 1 – СО рутина, 2 – СО – цинарозида, 3 – водное извлечение, 4 – 40% спиртовое извлечение, 5 – 70%-спиртовое извлечение, 6 – 95%-спиртовое извлечение.

Fig. 1. Chromatograms of phenolic compounds in the *O. pilosa* extracts under UV light after detection: a – elution system: Ethyl acetate – formic acid – acetic acid – water 10:1:1:2; b – elution system: ethyl acetate – formic acid – water 8:1:1; 1 – rutin CO, 2 – cynaroside CO, 3 – aqueous extract, 4 – 40%-alcohol extract, 5 – 70%-alcohol extract, 6 – 95%-alcohol extract.

Извлечения, полученные с помощью 40 и 70% спирта этилового, содержат одинаковое количество

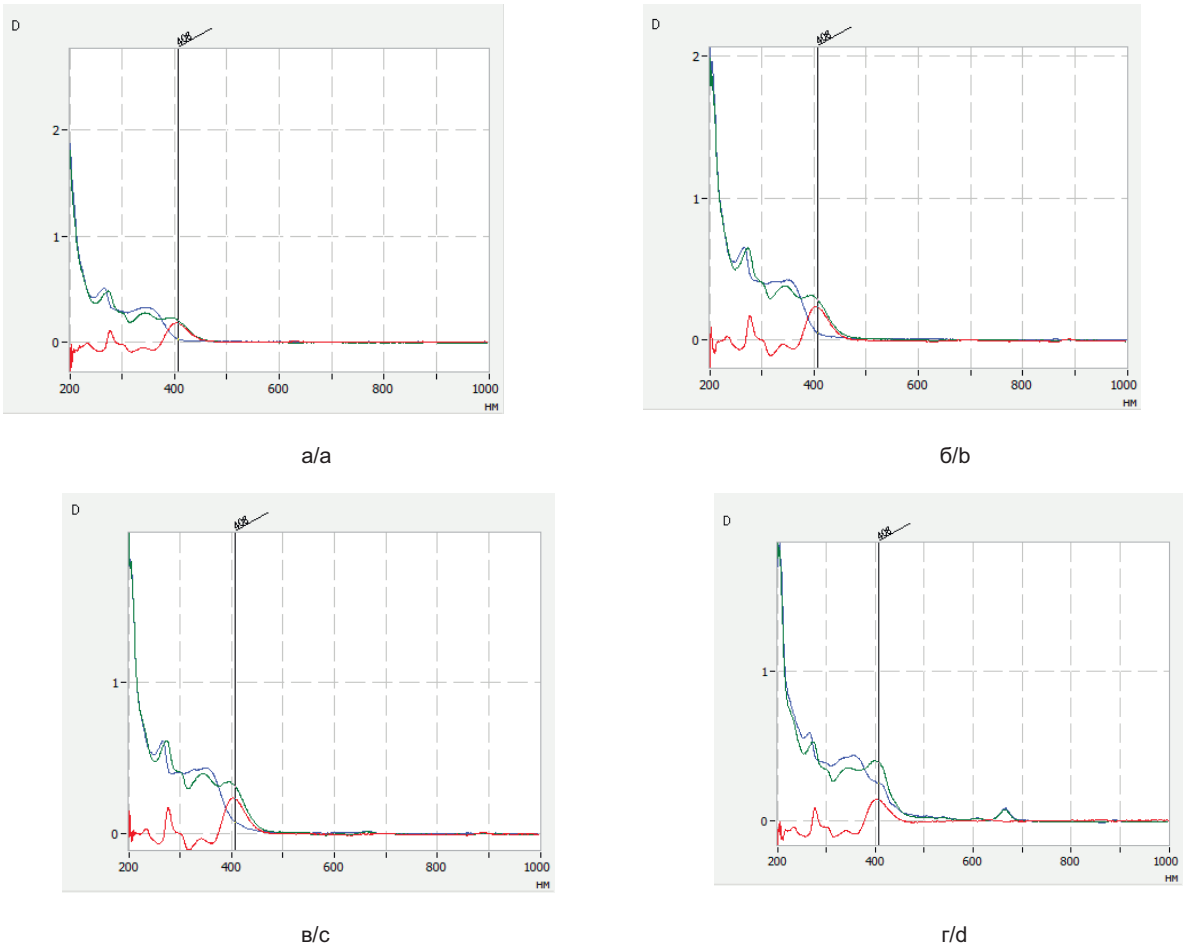


Рис. 2. Электронные спектры растворов водного и спиртовых извлечений из травы *O. pilosa*: а – водное извлечение, б – 40% спиртовое извлечение, в – 70% спиртовое извлечение, г – 95% спиртовое извлечение
Figure 2. UV spectra of aqueous and alcoholic extracts from *O. pilosa* herb: a – aqueous extract, b – 40%-alcoholic extract, c – 70%-alcoholic extract, d – 95%-alcoholic extract

Таблица 2

Метрологические характеристики количественного определения флавоноидов в водном и спиртовых извлечениях, полученных из травы *O. pilosa*, % (n = 3, f = 4, P = 95%, T (f, P) = 2,7764)

Table 2

Metrological characteristics of the quantification of flavonoids in aqueous and alcoholic extracts obtained from the *O. pilosa* herb, in % (n=3, f=4, P=95%, T (f, P) = 2.7764)

№	Извлечение	$\overline{X}$, %	S_x^2	S_x	$S_{\overline{x}}$	ΔX	ε, %
1	Водное	6,81	0,0060333	0,0777	0,0448	0,19	2,83
2	40% спиртовое	8,76	0,0144333	0,1201	0,0694	0,30	3,41
3	70% спиртовое	8,74	0,0169000	0,1300	0,0751	0,32	3,70
4	95% спиртовое	5,27	0,0021000	0,0458	0,0265	0,14	2,16

флавоноидов (8,76±0,30 и 8,74±0,32% соответственно). Водное и 95% спиртовое извлечения содержат меньшее количество флавоноидов (6,81±0,19 и 5,27±0,14% соответственно) (*таблица 2*).

В результате оценки антимикробной активности установленные путем высева на питательный агар МИК водного извлечения, извлечений, полученных с помощью 40%, 70% и 95% спирта этилового в отношении штамма *P. aeruginosa*, составили 100, 50, 50 и 25 мг/мл соответственно. Для штамма *E. coli* установлены МИК для извлечений, полученных с помощью 95% и 70% этилового спирта, они составили 50 мг/мл. Во всех концентрациях водного извлечения и извлечения, полученного с помощью 40% спирта штамм *E. coli* показал видимый рост. Штамм *S. aureus* дал видимый рост во всех концентрациях

водного извлечения, МИК извлечений, полученных с помощью 40%, 70% и 95% спирта, составили 50, 12,5 и 25 мг/мл соответственно.

Согласно значениям оптической плотности у штамма *E. coli* максимальная концентрация (50 мг/мл) водного извлечения подавила развитие популяции, не дав смены фаз, в других концентрациях осуществлен вход в log-фазу с последующим отсутствием выхода в стационарную (*рисунок 3*). У штамма *P. aeruginosa* все опытные концентрации данного извлечения задержали наступление log-фазы, но без ингибирования наступления стационарной (*рисунок 4*). У штамма *S. aureus* в концентрациях 50-25 мг/мл отмечено опоздание входа в log-фазу с достижением в срок стационарной фазы. В концентрациях 6,25-3,125 мг/мл вход в логарифмическую фазу осуществлен вовремя, но с последующим небольшим приростом числа клеток на сроке достижения стационарной фазы (*рисунок 5*).

Максимальная концентрация (50 мг/мл) 40% спиртового извлечения в отношении штамма *E. coli* показала задержку наступления логарифмической фазы с отсутствием достижения стационарной. В концентрациях 25-12,5 мг/мл популяция в срок достигла log-фазы, но в дальнейшем также отмечено отсутствие достижения стационарной. У штамма *P. aeruginosa* максимальная концентрация указанного извлечения подавило развитие популяции, другие концентрации задержали вход в log-фазу, но стационарная фаза была достигнута. В концентрациях 50–12,5мг/мл отмечено подавление развития популяции *S. aureus*, а в 6,25–3,125 мг/мл – задержка перехода в log-фазу и остановка развития до достижения стационарной (*рис. 5*).

У штамма *E. coli* максимальная концентрация (50мг/мл) 70% спиртового извлечения подавила развитие популяции, в 25 мг/мл отмечена значительно отсроченная попытка входа в log-фазу без наступления стационарной, в 12,5 мг/мл – снижение последующего размножения популяции по достижении log-фазы. В отношении штамма *P. aeruginosa* достигнутый эффект оказался таким же, как и в 40% спиртовом извлечении: подавление развития в максимальной концентрации с задержкой входа в log-фазу в остальных концентрациях с достижением стационарной. В концентрациях 50-6,25 мг/мл 70% спиртовое извлечение ингибировало развитие популяции *S. aureus*, в его концентрации 3,125мг/мл популяция с задержкой вошла в log-фазу, но последующего развития не наступило.

95% спиртовое извлечение в максимальной концентрации подавило развитие популяции штамма *E. coli*, другие опытные концентрации остановили этот процесс в log-фазу с последующим развитием только в минимальной концентрации. У штамма *P. aeruginosa* в концентрациях 50-25 мг/мл отмечено подавление развития популяции, 12,5-3,125 мг/мл – задержка входа в log-фазу с последующим достижением стационарной. Концентрации 50-25 мг/мл подавили развитие популяции *S. aureus*, концентрации 12,5-6,25 мг/мл лишь задержали вход в log-фазу, а минимальная концентрация не подавляла развитие популяции.

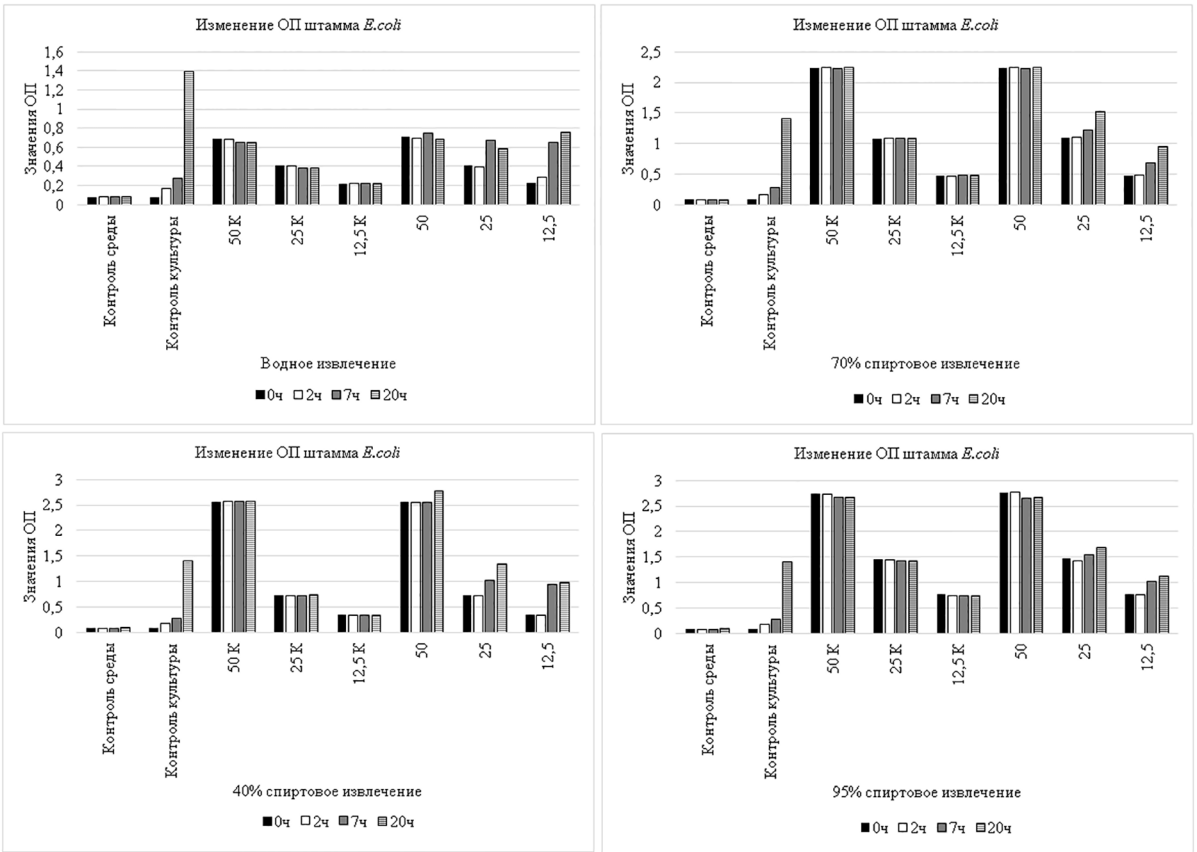


Рис. 3. Значения оптической плотности в опытных концентрациях извлечений (штамм *E. coli*)
Fig. 3. Optical density values in the experimental concentrations of the extracts (*E. coli* strain)

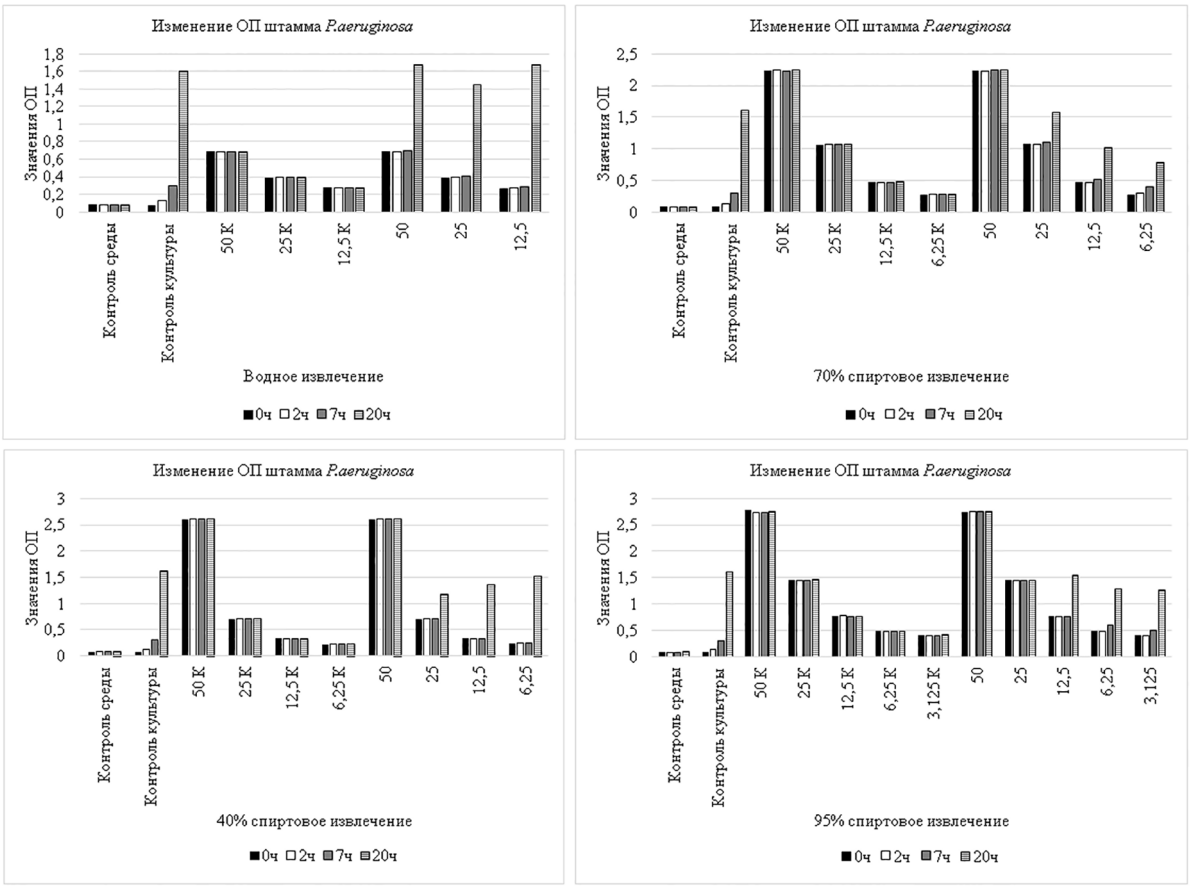


Рис. 4. Значения оптической плотности в опытных концентрациях извлечений (штамм *P. aeruginosa*)
Fig. 4. Optical density values in the experimental concentrations of the extracts (*P. aeruginosa* strain)

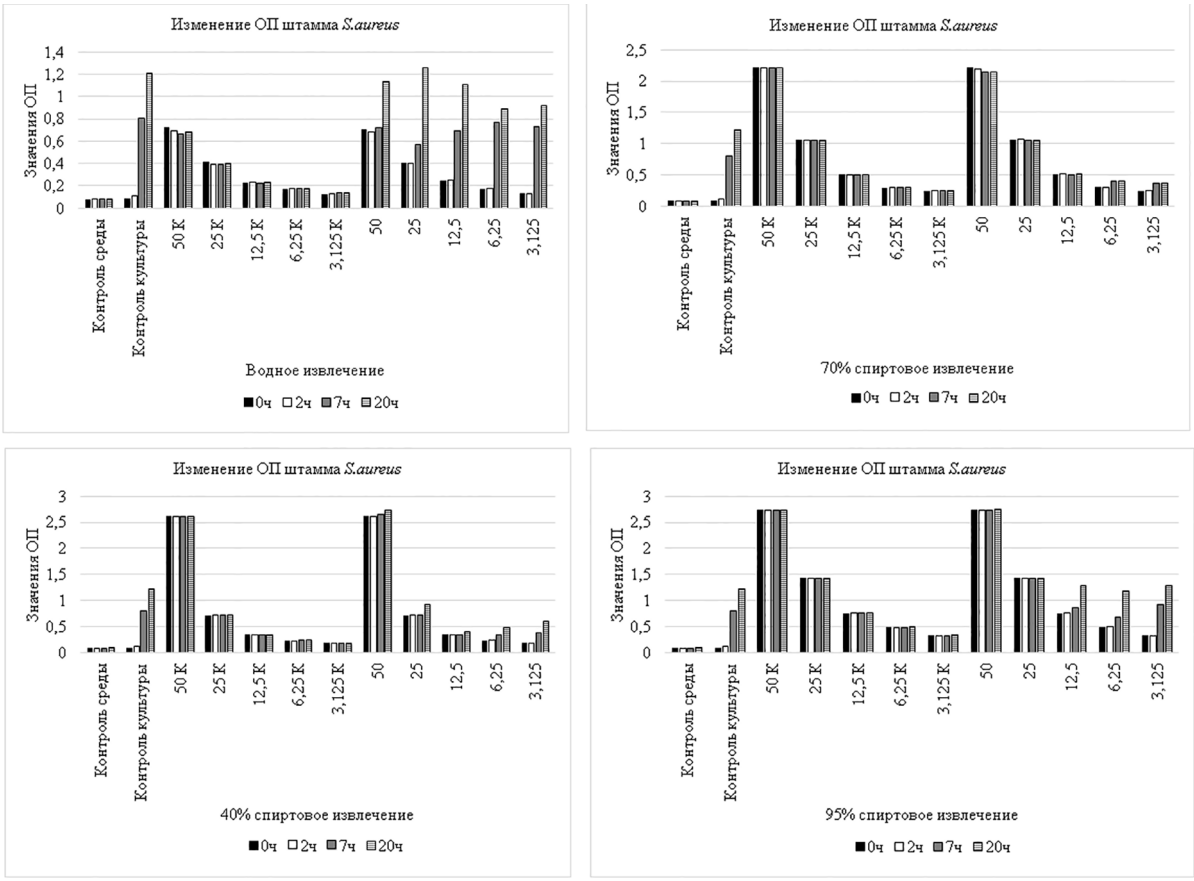


Рис. 5. Значения оптической плотности в опытных концентрациях извлечений (штамм *S. aureus*)
Fig. 5. Optical density values in the experimental concentrations of the extracts (*S. aureus* strain)

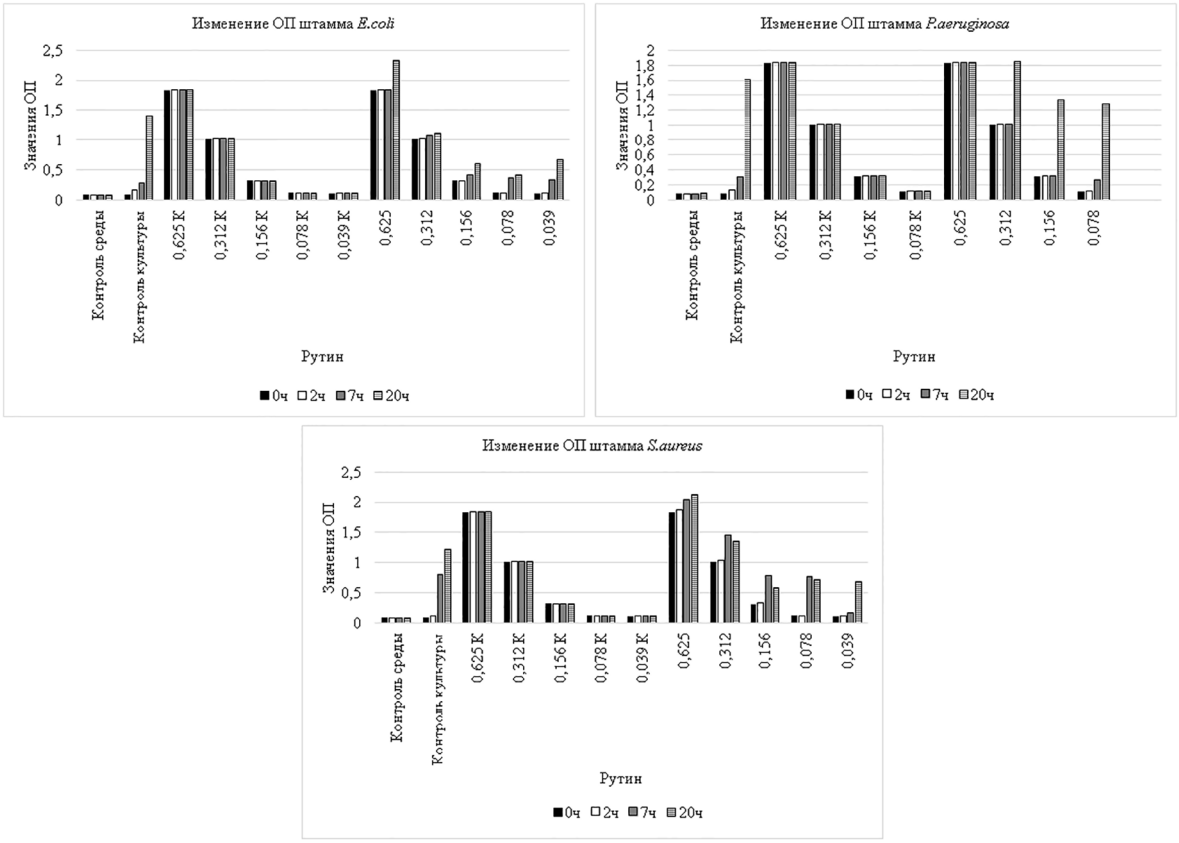


Рис. 6. Значения оптической плотности в опытных концентрациях СО рутина
Fig. 6. Optical density values in the experimental concentrations of RS rutin

Рутин в концентрациях 0,625-0,078 мг/мл подавил развитие популяции *S. aureus* с момента входа в log-фазу, в концентрации 0,039 мг/мл отмечена значительная по времени задержка наступления log-фазы. В отношении штамма *P. aeruginosa* отмечено подавление развития популяции в концентрации 0,625 мг/мл, в концентрациях 0,312-0,156 мг/мл – задержка входа в log-фазу. Штамм *E. coli* в присутствии опытных концентраций рутина показал задержку входа в log-фазу с последующей остановкой развития в 0,312-0,078 мг/мл (*рисунок 6*).

Согласно данным литературы этанольные извлечения (концентрация этанола – 95%) *Oxytropis pseudoglandulosa* Gontsch. ex Grub. в отношении штаммов *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* показали аналогичную антимикробную активность; МИК составили 83,3, 83,3 и 41,6 мкл/мл соответственно [15]. Авторы связывают антимикробную активность *Oxytropis pseudoglandulosa* с наличием флавоноидов, фенолов, сапонинов и других соединений.

Полученные данные оценки антимикробной активности извлечений из травы *O. pilosa* и рутина как контроля говорят об определенном вкладе флавоноидов, в том числе и рутина, в антимикробный эффект в отношении *E. coli* и *P. aeruginosa.* Однако отсутствие подавления развития популяции *S. aureus* во всех опытных концентрациях рутина указывает на возможную антистафилококковую активность других соединений, входящих в состав извлечений (дубильных веществ, простых фенолов, сапонинов), что требует дальнейшего более детального изучения фитохимического состава полученных извлечений, выделения фракций БАВ или индивидуальных соединений с целью последующего изучения антимикробной активности.

Выводы

В результате фитохимических исследований во всех извлечениях были обнаружены флавоноиды и дубильные вещества, в спиртовых извлечениях – кумарины, а в водном, 40 и 70% спиртовых извлечениях – тритерпеновые сапонины. С помощью ТСХ-анализа получен фенольный профиль исследуемых извлечений и установлено присутствие во всех извлечениях рутина и цинарозида. С помощью дифференциальной спектрофотометрии установлено содержание флавоноидов в извлечениях из травы *O. pilosa* в пересчете на рутин**.** Извлечения, полученные с помощью 40 и 70% спирта этилового, содержат сходное количество флавоноидов (8,76±0,30 и 8,74±0,32% соответственно). Водное и 95% спиртовое извлечения содержат меньшее количество флавоноидов (6,81±0,19 и 5,27±0,14% соответственно).

Водные и спиртовые извлечения *O. pilosa* в концентрациях 50-3,125 мг/мл оказывают бактериостатическое действие на опытные штаммы *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, более выраженное у спиртовых извлечений и менее выраженное у водного извлечения в отношении стафилококка.

Прозрачность исследования. *Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.*

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях. *Все авторы участвовали в написании текста статьи, в том числе заключения и обсуждения результатов. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.*

Вклад авторов: Л.В. Караваева, О.Г. Шаповал, У.А. Матвиенко, Т.А. Кульшань, Н.А. Дурнова планировали эксперимент. Л.В. Караваева, О.Г. Шаповал, У.А. Матвиенко, осуществляли проведение экспериментальных исследований.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Chernyak S, Matsiyeuskaya N, Maneesha A, Ostrovskaya O. Antibiotic Resistance in Microorganisms Isolated From COVID-19 Patients During Diff erent Periods of the Pandemic. Clinical infectology and parasitology. 2024; 13(4): 490-502. DOI: 10.34883/PI.2024.13.4.035
2. Буданова Е.В., Горленко К.Л., Киселев Г.Ю. Вторичные метаболиты растений: механизмы антибактериального действия и перспективы применения в фармакологии // Антибиотики и химиотерапия. – 2019. – Т. 64. – №. 5-6. – С. 69-76.
   Budanova EV, Gorlenko KL, Kiselev GYu. Vtorichnye metabolity rasteniy: mekhanizmy antibakterial'nogo deystviya i perspektivy primeneniya v farmakologii [Secondary Plant Metabolites: Mechanisms of Antibacterial Action and Perspectives of Application in Pharmacology]. Antibiotiki i khimioterapiya [Antibiotics and Chemotherapy]. 2019; 64 (5-6): 69-76. (In Russ.). DOI: 10.24411/0235@2990@2019@10034
3. Sandanov DV, Kholina AB, Kozyrenko MM et al. Genetic Diversity of *Oxytropis* Species from the Center of the Genus Origin: Insight from Molecular Studies // Diversity. 2023; 15 (2): 244. DOI: 10.3390/d15020244
4. Еленевский А.Г., Буланый Ю.И., Радыгина В.И. Конспект флоры Саратовской области // Саратов: Наука, 2008. –232 с.
   Elenevskiy AG, Bulanyy YuI, Radygina VI. Konspekt flory Saratovskoy oblasti [Abstract of the flora of the Saratov region]. Saratov: Nauka [Saratov: Science]. 2008; 232 p. (In Russ.).
5. Федорова А.А. (ред.) Флора европейской части СССР. // Л: Изд-во АН СССР, 1987. – Т. 6. – 254 с.
   Fedorova AA (ed.). Flora evropeyskoy chasti SSSR [Flora of the European part of the USSR]. L: Izd-vo AN SSSR [L: Publishing house AN SSSR]. 1987; 6; 254 p. (In Russ.).
6. Соколов П.Д. (ред.) Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства *Hydrangeaceae—Haloragaceae*. // Л.: Наука, 1987. — 328 с.
   Sokolov PD (ed.). Rastitel'nye resursy SSSR: Tsvetkovye rasteniya, ikh khimicheskiy sostav, ispol'zovanie; Semeystva *Hydrangeaceae—Haloragaceae* [Plant resources of the USSR: Flowering plants, their chemical composition, use; Families *Hydrangeaceae—Haloragaceae*]. L.: Nauka [L.: Science]; 1987; 328 p. (In Russ.).
7. Караваева Л.В., Матвиенко У.А., Дурнова Н.А. Оценка антиоксидантного потенциала травы остролодочника волосистого (*Oxytropis pilosa* (L.) DC.) // Достижения и перспективы создания новых лекарственных растительных препаратов: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, М.: ФГБНУ ВИЛАР, 2023. – С. 57-61.
   Karavaeva LV, Matvienko UA, Durnova NA. Otsenka antioksidantnogo potentsiala travy ostrolodochnika volosistogo (*Oxytropis pilosa* (L.) DC.) [Evaluation of the antioxidant potential of the herb of *Oxytropis pilosa* (L.) DC.] Dostizheniya i perspektivy sozdaniya novykh lekarstvennykh rastitel'nykh preparatov: Sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferentsii. M.: FGBNU VILAR [Achievements and prospects for the creation of new herbal medicines: Collection of scientific papers of the International scientific and practical conference, Moscow: Federal State Budgetary Scientific Institution VILAR]. 2023: 57-61. DOI 10.52101/9785870191102_57. (In Russ.).
8. Miladinović D, Miladinović L, Najman S. A study of the antioxidants in *Oxytropis pilosa* (L.) DC. Journal of the Serbian Chemical Society. 2011; 76 (4): 505-512.
9. Караваева Л.В., Шаповал О.Г., Дурнова Н.А. Скрининг антимикробной активности извлечений, полученных из травы остролодочника волосистого (*Oxytropis pilosa* (L.) DC.) // Достижения и перспективы создания новых лекарственных растительных препаратов: Сборник научных статей по материалам Международного научного Симпозиума, М.: ФГБНУ ВИЛАР, 2025. – С. 626-630.
   Karavaeva LV, Shapoval OG, Durnova NA. Skrining antimikrobnoj aktivnosti izvlechenij, poluchennykh iz travy ostrolodochnika volosistogo (Oxytropis pilosa (L.) DC.) [Screening determination of antimicrobial activity of *Oxytropis pilosa* (L.) DC. extracts]. Dostizheniya i perspektivy sozdaniya novykh lekarstvennykh rastitel'nykh preparatov: Sbornik nauchnykh statej po materialam Mezhdunarodnogo nauchnogo Simpoziuma, M.: FGBNU VILAR [Achievements and prospects for the creation of new herbal medicines: Collection of scientific articles based on the materials of the International Scientific Symposium, Moscow: Federal State Budgetary Scientific Institution VILAR] 2025: 626-630. (In Russ.). DOI 10.52101/9785870191164-2025-1-626.
10. Amirkhanova AS, Ustenova GO. Review of the current status of study Oxytropis. Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research. 2018; 11 (4): 50-55.
11. Самылина И.А., Сорокина А.А., Пятигорская Н.В. Настои и отвары – фармакопейная лекарственная форма // Фармателка. – 2010. – №. 5. – С. 133-135.
    Samylina IA, Sorokina AA, Pyatigorskaya NV. Nastoi i otvary – farmakopeynaya lekarstvennaya forma [Infusions and decoctions – pharmacopoeial dosage form]. Farmateka [Pharmateka]. 2010; 5: 133-135.
12. Konovalenko I, Kriukova A. Study of the pharmacotechnological parameters of ginger rhizomes for developing the conditions extracting of extractive substances. Annals of Mechnikov's Institute. 2023; 4: 79-83.
13. Крылов Н.Н., Компанцева Е.В. Разработка и валидационная оценка методики определения суммы флавоноидов в таблетках ноотропного действия // Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2016. – №. 3. – С. 146-151.
    Krylov NN, Kompantseva EV. Razrabotka i validatsionnaya otsenka metodiki opredeleniya summy flavonoidov v tabletkakh nootropnogo deystviya [Method development and validation of total flavonoids assay in tablets with nootropic action]. Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv [Drug development & registration]. 2016; 3: 146-151. (In Russ.).
14. Утяганова Е.В., Юртаева Е.А., Сигарева С.С. и др. Антимикробная активность спиртовых экстрактов из плодов моркови дикой и моркови посевной в отношении клинических штаммов грамположительных и грамотрицательных бактерий // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2025. – №. 1. – С. 49-58.
    Utyaganova EV, Yurtaeva EA, Sigareva SS et al. Antimikrobnaya aktivnost' spirtovykh ekstraktov iz plodov morkovi dikoy i morkovi posevnoy v otnoshenii klinicheskikh shtammov grampolozhitel'nykh i gramotritsatel'nykh bakteriy [The antimicrobial activity of ethanolic extracts derived from the fruits of wild and cultivated carrots against clinical isolates of Gram-positive and Gram-negative bacteria]. Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Biologiya [Bulletin of Perm University. Biology]. 2025; 1: 49-58. (In Russ.). DOI: 10.17072/1994-9952-2025-1-49-58
15. Narangerel T, Bonikowski R, Jastrząbek K et al. Chemical and Biological Characteristics of *Oxytropis pseudoglandulosa* Plant of Mongolian Origin. Molecules. 2021; 26(24): 7573. DOI: 10.3390/molecules26247573

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

КАРАВАЕВА ЛЮДМИЛА ВИТАЛЬЕВНА, *ORCID: 0000-0003-1642-5399, e-mail: karavaeval@internet.ru; ассистент кафедры общей биологии, фармакогнозии и ботаники ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ имени В. И. Разумовского» Минздрава России, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Б. Казачья, д. 112. (Автор, ответственный за переписку.)*

ABOUT THE AUTHORS:

LUDMILA V. KARAVAEVA*, ORCID: 0000-0003-1642-5399, e-mail: karavaeval@internet.ru ; Assistant Professor, Department of General Biology, Pharmacognosy and Botany, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, 112 B Kazachya str., 410012 Saratov, Russia. (Corresponding Author).*

ШАПОВАЛ ОЛЬГА ГЕОРГИЕВНА, *ORCID: 0000-0002-8290-7524, Scopus author ID 6602426525, канд. мед. наук, доцент, e-mail: ogshapoval@gmail.com; доцент кафедры микробиологии, вирусологии иммунологии, ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Б. Казачья, д. 112.*

МАТВИЕНКО УЛЬЯНА АНДРЕЕВНА, *ORCID: 0000-0002-1714-9165, SCOPUS Author ID: 57426316700; канд. фарм. наук, e-mail: matvienko.ulia2104@gmail.com; доцент кафедры общей биологии, фармакогнозии и ботаники ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ имени В. И. Разумовского» Минздрава России, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Б. Казачья, д. 112.*

КУЛЬШАНЬ ТАТЬЯНА АЛЕКСЕЕВНА, *ORCID: 0000-0003-0904-1186, Scopus author ID 23972693300, канд. мед. наук, e-mail: kulshansgmu@yandex.ru; доцент кафедры микробиологии, вирусологии иммунологии, ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, директор Института фармации, профилактической медицины и биомедицины ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, 410012, г. Саратов, ул. Большая Казачья, д. 112*

ДУРНОВА НАТАЛЬЯ АНАТОЛЬЕВНА, *ORCID: 0000-0003-4628-9519. SCOPUS Author ID: 6506798404; д.б.н., доцент, e-mail: durnova_n_a@staff.sechenov.ru; заведующий кафедрой общей биологии, фармакогнозии и ботаники ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ имени В. И. Разумовского» Минздрава России, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Б. Казачья, д. 112.; профессор кафедры фармацевтического естествознания Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, Россия, 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2.*

OLGA G. SHAPOVAL, *ORCID: 0000-0002-8290-7524, Scopus author ID 6602426525, Cand. sc. med., Associate Professor, e-mail ogshapoval@gmail.com ; Associate Professor, Department of Microbiology, Virology and Immunology, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, 112B Kazachya str., 410012 Saratov, Russia.*

ULIANA A. MATVIENKO, *ORCID: 0000-0002-1714-9165, SCOPUS Author ID: 57426316700; Cand. sc. pharm., e-mail: matvienko.ulia2104@gmail.com ; Associate Professor, Department of General Biology, Pharmacognosy and Botany, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, 112B. Kazachya str., 410012 Saratov, Russia.*

TATYANA A. KULSHAN, *ORCID: 0000-0003-0904-1186, Scopus author ID 23972693300, Cand. sc. med., e-mail kulshansgmu@yandex.ru; Associate Professor, Department of Microbiology, Virology and Immunology, Director of the Institute of Pharmacy, Preventive Medicine and Biomedicine, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, 112, B. Kazachya str., 410012, Saratov, Russia*

NATALYA A. DURNOVA, *ORCID: 0000-0003-4628-9519. SCOPUS Author ID: 6506798404; Dr. sc. bio., Associate Professor, e-mail: durnova_n_a@staff.sechenov.ru; Head of the Department of General Biology, Pharmacognosy and Botany, Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky, 112B. Kazachya str., 410012 Saratov, Russia; Professor at the Department of Pharmaceutical Natural Science, I.M. Sechenov Moscow State Medical University (Sechenov University), 8 Trubetskaya str., 119991 Moscow, Russia.*