

УДК 582.711:322.192

ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЛАПЧАТОК ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

© Т.М. Шалдаева*, Е.П. Храмова

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, ул. Золотодолинская,
101, Новосибирск, 630090, Россия, tshaldaeva@yandex.ru

Изучено общее содержание фенольных соединений (по Фолина-Чекальтеу), флавонолов, катехинов, танинов, фенолокислот, а также сапонинов и дана оценка антирадикальной активности в экстрактах из листьев и соцветий восьми представителей рода *Potentilla* (*Rosaceae*) – *Potentilla supina*, *P. argentea*, *P. anserina*, *P. bifurcata*, *P. humifusa*, *P. longifolia*, *P. multifida*, *P. fruticosa*, обитающих в Западной Сибири.

Показано, что в зависимости от видовой принадлежности, органа растения и местообитания биологически активные соединения синтезируются по-разному. По более высокому содержанию флавонолов, танинов и катехинов выделяются листья и соцветия *P. argentea*, *P. anserina*, *P. bifurcata* и *P. fruticosa*. Содержание флавонолов в листьях этих видов варьирует от 5.49 до 7.8%, а в соцветиях – 12.33%. По содержанию катехинов выделена *P. fruticosa* (до 1.5%). Отмечено значительное накопление танинов в листьях и соцветиях исследуемых растений до 3.0% в листьях и до 3.32% в соцветиях *P. argentea*. Меньше всего флавонолов и танинов накапливается в листьях *P. multifida* по сравнению с другими видами. Высокое содержание сапонинов обнаружено в листьях вида *P. anserine* (34.94%) и *P. fruticosa* (21.61%) и в соцветиях у *P. argentea* (26.37%) и *P. anserine* (26.24%). Минимальное значение сапонинов в листьях *P. anserine* (6.19%) и в соцветиях *P. multifida* (2.97%). Более высокую антирадикальную активность проявили экстракты из листьев *P. bifurcata* ($IC_{50} = 0.37$ мг/мл) и соцветий ($IC_{50} = 0.30$ мг/мл.) Менее эффективны экстракты из листьев *P. anserine* ($IC_{50} = 2.55$ мг/мл) и соцветий *P. argentea* ($IC_{50} = 3.59$ мг/мл).

Ключевые слова: *Potentilla*, фенольные соединения, антирадикальная активность.

Для цитирования: Шалдаева Т.М., Храмова Е.П. Фитохимическое изучение некоторых видов лапчаток Западной Сибири // Химия растительного сырья. 2025. №3. С. 272–282. <https://doi.org/10.14258/jcprtm.20250315272>.

Введение

Род лапчатка (*Potentilla* L.) – один из самых обширных и богатых родов семейства Розоцветные (*Rosaceae* Juss) [1]. Лапчатки встречаются повсеместно – на открытых каменистых склонах, по берегам рек, на опушках лесов. Экстракты из надземных и подземных частей лапчаток используются в народной и официальной медицине и обладают антиоксидантными, гипогликемическими, противовоспалительными, противоопухолевыми и антиульцерогенными (гастропротекторными) и другими свойствами [2, 3]. При этом помимо фармакопейного вида – лапчатки прямостоячей (*P. erecta* L.) высокий научный интерес представляют и другие виды рода *Potentilla*, благодаря широкому спектру биологически активных соединений в их составе и фармакологическим свойствам. Фармакологические свойства видов *Potentilla* обусловлены наличием в их составе вторичных метаболитов, среди которых преобладают фенольные соединения, такие как гидролизуемые и конденсированные дубильные вещества, флавоноиды и фенольные кислоты, а также три-терпены (тритерпеновые сапонины) [4, 5]. Эти вещества связаны с антиоксидантными, противовоспалительными и противомикробными свойствами [6, 7].

Есть сведения, что в корневищах и корнях *P. argentea* (лапчатки серебристой) обнаружены дубильные вещества (до 15%) и флавоноиды. В надземной части найдены дубильные вещества (до 10%), флавоноиды (кверцетин, кемпферол, гиперозид, цинарозид, рутин), фенилпропаноиды (хлорогеновая, кумаровая и феруловая кислоты и др.), проантоцианидины, аскорбиновая кислота, тритерпеноиды (торментол) и эфирные масла [8]. Также в траве *P. argentea* выявлены тилирозид, метилбреви-фолинкарбоксилат, умбеллиферон, скополетин, полисахариды (доминирующий моносахарид – галактоза), каротиноиды и β -ситостерин [9].

* Автор, с которым следует вести переписку.

Трава *P. argentea* входит в состав сбора по прописи М.Н. Здренко, считающегося противоопухолевым средством [10]. Кроме того, в народной медицине растение применяется как вяжущее, антимикробное, противовоспалительное, желчегонное и кровоостанавливающее средство при ряде патологий органов желудочно-кишечного тракта, заболеваниях печени (усиливает ее детоксикационную функцию), острых респираторных заболеваниях и кожных проявлениях [11]. Для подземных органов *P. anserina* (лапчатка гусиной) установлено содержание дубильных веществ (до 25%), сапонинов, торментозида, ансеринозида, β -ситостерина, даукостерина, аминокислот, аскорбиновой кислоты [12]. В надземной части растения отмечается содержание следующих веществ: дубильных веществ (до 7.2%), флавоноидов (кверцетин, кемпферол, изорамнетин, астрагалин, изофлаван – генистеин и др.), гидроксикоричных кислот (хлорогеновая, неохлорогеновая, феруловая, кофейная кислоты и др.), витамина С, полисахаридов (преобладающие компоненты – глюкоза и арабиноза), тритерпеновых сапонинов, аминов, аминокислот (аргинин, глутаминовая кислота, серин и др.), жирных кислот, умбеллиферона и скополетина [13]. Из травы *P. anserina* выделена 2-пирон-4,6-дикарбоновая кислота, присутствие которой зарегистрировано и для других видов рода. Выделенный из корневищ *P. anserina* сапонин проявлял противовирусное действие и ингибировал репликацию ДНК вируса гепатита В. Водный экстракт и полисахариды корней в экспериментах на животных оказывали противокашлевое и отхаркивающее действие [14]. У *P. bifurcate* (лапчатка вильчатой) Е.Г. Горячкиной впервые выделено 6 веществ – рутин, изокверцитрин, кемпферол, кверцетин-7-О-глюкозид, кверцетин-3-О-рамнозид, кумаровая, коричная, хлорогеновая и кофейная кислоты [15]. Этим автором изучена фармакологическая активность препаратов из надземных органов *P. bifurcate*, *P. multifida* (лапчатка многонадрезанной) и *P. fruticosa* (лапчатка кустарниковой). Выявлены высокая антимикробная активность и способность усиливать иммунный ответ экстрактов данных растений, а также установлено, что сухие экстракты из лапчатки *P. multifida* и *P. fruticosa* достоверно повышают скорость желчеобразования и влияют на уровень холестерина и билирубина в опытах *in vivo* [15]. У *P. fruticosa* обнаружено до 6% флавонолов, до 2% катехинов, до 30% танинов, а также фенолокислоты, пектиновые вещества (до 9%), сапонины (до 6% в цветках) [16]. Экстракты *P. fruticosa* проявляют антиоксидантную, противовирусную, гипогликемическую, иммуномодулирующую, антиаллергическую, антимикробную, и другие типы активности [17, 18].

Цель работы – сравнительное фитохимическое исследование восьми сибирских представителей рода *Potentilla* L. для оценки уровня биологически активных соединений, определения их антиоксидантного потенциала и выявления таксономической специфичности.

Экспериментальная часть

Материалом для исследований послужило сырье (листья и соцветия) восьми видов рода *Potentilla*: *Potentilla supine* L. (лапчатка лежачая), *P. argentea* L. (лапчатка серебристая), *P. anserina* L. (лапчатка гусиная), *P. bifurcate* L. (лапчатка вильчатая), *P. humifusa* Willd. ex Schltd. (лапчатка распростертая), *P. longifolia* Willd. ex. Schltd. (лапчатка длиннолистная), *P. multifida* L. (лапчатка многонадрезная), *P. fruticosa* L. (лапчатка кустарниковая).

Растительный материал собран в Омской области (14 образцов), Алтайском крае (3 образца), Республике Алтай (4 образца), Новосибирской области (1 образец) и в Казахстане (1 образец) (табл. 1).

Сырье собирали не менее чем с 10 растений, разбирали по органам и сушили на воздухе в затененном месте. После сушки сырье измельчали, перемешивали и отбирали среднюю пробу для анализа.

Подготовку растительных экстрактов проводили следующим образом: около 0.500 г (точная навеска) сырья трижды экстрагировали 70% этиловым спиртом в объеме 40 мл для первой экстракции и 30–25 мл – для последующих в колбе с обратным холодильником на водяной бане по 30 мин. Экстракты фильтровали через бумажный фильтр, объединяли и измеряли общий объем. Одновременно для определения содержания абсолютно сухого вещества брали 1.000 г (точная навеска) листьев или соцветий высушивали в сушильном шкафу при $T = 105\text{ }^{\circ}\text{C}$ до постоянной массы.

В полученных экстрактах из листьев и соцветий определяли общее содержание фенольных соединений по Фолина-Чекальтеу и содержание флавонолов, флаван 3-олов (катехинов), гидролизуемых танинов, тритерпеновых сапонинов и антирадикальную активность. Все показатели рассчитаны на абсолютно сухую массу сырья.

Таблица 1. Характеристика местообитаний исследованных видов рода *Potentilla*

Вид	Номер участка	Место сбора	Дата сбора
<i>P. supine</i> (лапчатка лежачая)	1	Казахстан, окр. г. Алма-Аты, карьер у дороги, глинистая почва	03.11.2019
	2	Россия, Омская обл., г. Омск, обочина у дороги возле аэропорта	18.06.2022
<i>P. argentea</i> (лапчатка серебристая)	3	Россия, Новосибирская обл., Искитимский район, недалеко от с. Морозово, лесная опушка	14.07.2021
	4	Россия, Алтайский край, Павловский район, с. Колыванское, луг, оз. Сибирь	12.06.2019
	5	Россия, Омская обл., г. Омск, парк КиО «30 лет ВЛКСМ», лесная поляна	25.06.2021
	6	Россия, Омская обл., Марьяновский район, окр. оз. Райнфельд, солонцеватый луг	20.06.2022
	7	Россия, Омская обл., Марьяновский район, окр. с. Степное, остепненный луг	17.06.2022
	8	Россия, Омская обл., Маскаленский р-н, с. Гвоздевка, Амринская балка	03.08.2022
	9	Россия, Омская обл., Марьяновский район, окр. с. Степное, суходольный луг	17.06.2022
<i>P. anserine</i> (лапчатка гусиная)	10	Россия, Алтайский край, Павловский район, заболоченный берег озера Сибирь	12.06.2019
	11	Россия, Алтайский край, Павловский район, с. Колыванское, заболоченный луг	08.06.2019
	12	Россия, Омская обл., Марьяновский район, окр. оз. Райнфельд, солонцеватый луг	20.06.2022
	13	Россия, Омская обл., Марьяновский район, окр. с. Степное, увлажненный солонцеватый луг	17.06.2022
	14	Россия, Республика Алтай, Кош-Агачский район, окр. с. Ортолык. Житняково-галечнево-ковыльное сообщество опустыненной степи	19.08.2023
<i>P. vifurcate</i> (лапчатка вильчатая)	15	Россия, Омская обл., г. Омск, парк КИО «30 лет ВЛКСМ», березовый лес	24.06.2021
	16	Россия, Омская обл. Кормиловский район, окр. р.п. Кормиловка, поляна возле дороги	15.06.2022
	17	Россия, Республика Алтай, Улаганский район, окр. с. Эрбалык, река Бельгибаш. Лапчатково-осоково-полынное сообщество настоящей степи, разрастание кустарников	19.08.2023
<i>P. humifusa</i> (лапчатка распростертая)	18	Россия, Омская обл., Омский район, окр. с. Подгородка, луговое сообщество	09.06.2021
	19	Россия, Омская обл., Омский район, окр. с. Мельничное, поляна	15.06.2022
<i>P. longifolia</i> (лапчатка длиннолистная)	20	Россия, Омская обл., Омский район, окр. с. Петровка, балка, полынно-ковыльная степь	03.08.2022
<i>P. multifida</i> (лапчатка многонадрезная)	21	Россия, Омская обл., Московский район, Алеринская балка, остепненный луг на склоне	03.08.2022
<i>P. fruticosa</i> (лапчатка кустарниковая)	22	Россия, Республика Алтай, Улаганский район, окр. с. Эрбалык, р. Бельгибаш. Лапчатково-осоково-полынное сообщество настоящей степи, разрастание кустарников	19.08.2023
	23	Россия, Республика Алтай, Кош-Агачский р-н, урочище Кёк-Сайры, окр. с. Теленгит-Сортогой. Сухое русло р. Кёк-Сайры, закустаренная каменистая пойма реки, галечник	13.07.2021

Содержание БАС в образцах лапчаток определяли спектрофотометрическим методом с использованием спектрофотометра СФ-56 (ЛОМО, Россия).

Общее содержание катехинов (%) определяли методом, основанным на способности катехинов давать малиновое окрашивание с раствором ванилина в концентрированной соляной кислоте [19]. В две мерные пробирки переносили по 0.8 мл водно-этанольного извлечения, в одну из них прибавляли 4.2 мл 1% раствора ванилина в концентрированной соляной кислоте. Объем обеих пробирок доводили до 5 мл концентрированной соляной кислотой. Пробирка без ванилина служила в качестве раствора сравнения.

Оптическую плотность раствора измеряли при $\lambda=502$ нм. В качестве стандарта использован (\pm)-катехин фирмы *Sigma* ($\geq 99\%$). Содержание катехинов выражали в % в пересчете на (\pm)-катехин.

Содержание флавонолов (%) определяли спектрофотометрическим методом в присутствии алюминия хлорида [20]. Содержание флавонолов выражали в % в пересчете на рутин.

Общее содержание фенольных соединений в экстракте определяли с использованием реактива Фолина-Чокальтеу. 0.5 мл экстракта смешивали с 25 мл реагента Фолина-Чокальтеу, разбавленного дистиллированной водой в соотношении (1 : 10), добавляли 2 мл 7.5% раствора карбоната натрия, хорошо встряхивали. Смесь выдерживали 15 мин на водяной бане при температуре 45 °С. Поглощение смеси измеряли при 765 нм с помощью спектофотометра. Контролем был холостой образец, состоящий из воды и реагентов. Общее содержание фенольных соединений (в пересчете на галловую кислоту, %) рассчитывали по калибровочной кривой, построенной с использованием галловой кислоты в качестве стандарта [21].

Определение танинов (гидролизуемых дубильных веществ) проводили с использованием раствора аммония молибденовокислого [22]. Навеску сырья 2 г помещали в колбу и добавляли 250 мл дистиллированной воды. Экстрагировали при умеренном кипячении в течение 30 мин., охлаждали, переносили в мерную колбу на 250 мл и доводили дистиллированной водой до метки. После экстракции 10 мл извлечения переносили в мерную колбу на 100 мл, добавляли 10 мл 2% водного раствора аммония молибденовокислого, доводили до метки водой и оставляли на 15 мин. Интенсивность образовавшейся окраски измеряли при $\lambda=420$ нм в кювете с толщиной слоя 1 см. В качестве стандартного образца использовали стандартный образец танина (*Sigma-Aldrich*, США, CAS 1401-55-4. Содержание танинов в образцах выражали в % в пересчете на танин.

Определение содержания суммы тритерпеновых сапонинов проводили после реакции взаимодействия с концентрированной серной кислотой [23]. Общее содержание сапонинов рассчитывали по калибровочной кривой, построенной с использованием олеаноловой кислоты в качестве стандарта (*ACROS ORGANICS, China*, CAS 508-02-1). Содержание суммы сапонинов выражали в % в пересчете на олеаноловую кислоту.

Оценку антирадикальной активности проводили спектрофотометрическим методом [24–26] с модификациями. Метод основан на взаимодействии антиоксидантов со стабильным хромоген-радикалом DPPH (дифенил-2-пикрилгидразил ($C_{18}H_{12}N_5O_6$, $M = 394.33$). В результате восстановления DPPH антиоксидантом снижается пурпурно-синяя окраска DPPH в этаноле, а реакция контролируется по изменению оптической плотности при $\lambda=517$ нм.

Для этого брали 2 мл аликвоты экстракта (растворенного в 70%-ном этаноле до концентрации в диапазоне 5–150 мкг/мл), смешивали с 3 мл раствора DPPH (62 мкг/мл в этаноле). После 30 мин. инкубации в темноте при комнатной температуре, оптическая плотность образца (A) была измерена при 517 нм против контрольного образца. В качестве контрольного образца использовали рабочий раствор DPPH.

Антирадикальная активность рассчитывалась как ингибирование, выраженное в процентах (%), по следующей формуле:

$$I, \% = \frac{A_0 - A}{A_0} \cdot 100,$$

где A_0 – оптическая плотность контрольного раствора (содержащего все реагенты, кроме исследуемых экстрактов); A – оптическая плотность образца.

Результаты, обработанные с использованием программ *GraphPad Prism v.8.01* (*GraphPad Software, USA*), выражены в IC_{50} (мг/мл). IC_{50} – концентрация антиоксиданта, которая вызывает 50%-ную потерю DPPH в анализе на антирадикальную активность. Растворы тролокса и аскорбиновой кислоты (2.5–50.0 мкг/мл) служили в качестве положительных контролей.

Все анализы выполнены в трех аналитических проворностях. Статистическую обработку данных проводили с помощью стандартного пакета программы *Microsoft Excel*. Полученные результаты представлены в виде средней арифметической величины и ее стандартного отклонения ($M \pm SD$).

Результаты и их обсуждение

Представители рода лапчатка содержат широкий спектр биологически активных соединений, обеспечивающих разнообразие фармакологических эффектов, при этом наибольший интерес представляют

биологически активные соединения фенольной природы. Поскольку содержание фенольных соединений в растительном сырье является важным показателем его биологической ценности, нами определено общее содержание фенольных соединений, а также флавонолов, катехинов и танинов в листьях и соцветиях растений (табл. 2).

Содержание БАС варьирует в зависимости от видовой принадлежности, органа растения и местообитания. По высокому общему содержанию фенольных соединений в листьях и соцветиях выделены растения кустарникового вида *P. fruticosa* (рис. 1). В зависимости от местообитания содержание фенольных соединений в листьях лапчатки кустарниковой колеблется от 8.51 до 23.80% и в соцветиях – от 8.35 до 26.47%. Наши результаты согласуются с данными других исследователей, которые отмечают высокое накопление фенольных соединений до 11.6–20.0% галловой кислоты в листьях *P. fruticosa*, произрастающей в Китае и Восточной Европе [27]. В травянистых видах содержание ФС ниже. При этом можно отметить, что в растениях видов *P. bifurcate*, *P. anserina* и *P. argentea* концентрация фенольных соединений выше по сравнению с остальными травянистыми видами. В работе R. Paduch с соавторами [3] обнаружено высокое содержание фенольных соединений в надземных органах *P. anserina* (9.0%) и *P. argentea* (5.7%), что согласуется с нашими данными. Самое низкое содержание фенольных соединений обнаружено в листьях *P. supine* (3.69%), *P. multifida* (3.23%) и соцветиях *P. longifolia* (1.17%) из Омской обл.

Флавонолы в большей мере накапливались в листьях и соцветиях *P. humifusa* (до 9.09%) и *P. bifurcata* (до 12.33%), обитающих в Омской области (рис. 2). Минимальное содержание обнаружено в листьях *P. multifida* (1.78%) и соцветиях *P. longifolia* (1.09%) также из Омской области (рис. 2). Следует отметить, что повышенное содержание флавонолов отмечено в листьях *P. anserina* (7.80%), произрастающей на заболоченном лугу в Алтайском крае и в образцах *P. argentea* (5.49–7.40%), собранных на лесной поляне в парковой зоне г. Омска. В целом, содержание флавонолов в надземных органах лапчатки гусиной выше, чем у лапчатки серебристой, что подтверждается в литературе. Например, в работе R. Paduch с соавторами [3] сообщается о более высоком содержании флавонолов в надземных органах *P. anserina* (0.72%) по сравнению с *P. argentea* (0.27%). Содержание флавонолов в листьях и соцветиях лапчатки кустарниковой колеблется в диапазоне 3.77–4.71%, что согласуется с ранее полученными результатами для образцов из Горного Алтая, в которых флавонолы накапливались в листьях и цветках до 5.45–6.03% [16].

Содержание катехинов варьирует в образцах лапчаток в широком диапазоне от 0.08% в соцветиях *P. supina* до 1.5% в листьях кустарникового вида *P. fruticosa* из Горного Алтая (рис. 3). Полученные данные хорошо согласуются с ранее полученными нами результатами, где содержание катехинов составляет в листьях и цветках лапчатки кустарниковой 0.64–2.23% [16]. Высокое содержание катехинов (0.71–1.09%) обнаружено у *P. longifolia*. В незначительных концентрациях (0.08–0.39%) катехины накапливаются в образцах *P. supine*, *P. bifurcate* и *P. humifusa* из Омской области и Казахстана.

В листьях и соцветиях исследуемых лапчаток содержание танинов – гидролизуемых дубильных веществ варьирует от 11.3% в листьях *P. bifurcata* до 30.0% в соцветиях у *P. argentea* и оценивается как высокое, что, в целом, характерно для лапчаток. В целом, по более высокому содержанию танинов выделены виды *P. humifusa*, *P. longifolia*, *P. bifurcate* и *P. fruticosa* (рис. 4). У *P. argentea* содержание танинов, по нашим данным, варьирует от 11.77 до 33.2% в зависимости от органа и местообитания, что согласуется с литературными источниками. Приводятся сведения о высоком содержании танинов в надземных органах лапчатки серебристой (7.2–8.8%) и лапчатки гусиной (9.5–15%) [3, 13]. Имеются данные о содержании в листьях *P. fruticosa* танинов в количестве 16.7% [2], а также в соцветиях и листьях – от 26.7 до 28.6% [16].

По более высокому содержанию флавонолов, танинов и катехинов в надземных органах выделяются лапчатка серебристая (*P. argentea*), гусиная (*P. anserine*), кустарниковая (*P. fruticosa*) и *P. bifurcate*. По сравнению с другими видами меньше флавонолов и танинов накапливают листья лапчатки многонадрезной (*P. multifida*).

Сапонины являются вторичными метаболитами гликозидной природы, широко распространены в высших растениях, обладают поверхностной и гемолитической активностью и токсичностью по отношению к холоднокровным [28]. В целом, содержание сапонинов в образцах лапчатки оценивается как значительное. Более высокое содержание обнаружено в листьях вида *P. anserine* (34.94%) и *P. fruticosa* (21.61%), а в соцветиях – у *P. argentea* (26.37%) и *P. anserine* (26.24%). Минимальное значение сапонинов найдено в листьях *P. anserine* (6.19%) и в соцветиях *P. multifida* (2.97%).

Таблица 2. Содержание вторичных метаболитов и антиоксидантная активность экстрактов из листьев и соцветий растений рода Лапчатка из Западной Сибири

Номер участка сбора	Органы	Фенольные соединения, %	Катехины, %	Флавонолы, %	Танины, %	Сапонины, %	IC ₅₀ , мг/мл
<i>P. supine</i>							
1	лист	3.99±0.1	0.14±0.00	3.68±0.11	14.71±0.04	15.46±0.46	1.13±0.04
	соцветие	2.04±0.08	0.18±0.00	3.39±0.10	14.10±0.01	12.62±0.37	1.47±0.03
2	лист	3.38±0.10	0.12±0.00	1.35±0.04	14.83±0.02	17.21±0.52	1.08±0.05
	соцветие	6.71±0.13	0.08±0.00	2.28±0.07	24.11±0.03	21.33±0.43	0.88±0.01
<i>P. argentea</i>							
3	лист	3.66±0.11	0.11±0.00	4.04±0.12	11.77±0.03	16.45±0.49	1.22±0.04
	соцветие	1.37±0.05	0.08±0.00	1.92±0.04	13.79±0.01	18.92±0.56	3.59±0.02
4	лист	3.97±0.12	0.17±0.00	5.31±0.16	12.69±0.05	13.96±0.42	1.99±1.01
	соцветие	2.23±0.00	0.21±0.00	3.00±0.10	17.78±0.02	11.75±0.23	2.31±0.06
5	лист	4.20±0.08	0.26±0.00	5.49±0.20	15.27±0.03	19.27±0.38	1.09±0.05
	соцветие	2.79±0.06	0.34±0.00	7.40±0.22	18.61±0.01	23.34±0.47	0.71±0.01
6	лист	7.58±0.23	1.26±0.02	2.47±0.07	24.41±0.02	16.14±0.33	0.50±0.02
	соцветие	11.07±0.33	0.44±0.00	2.74±0.08	33.20±0.02	20.80±0.42	0.29±0.01
7	лист	4.20±0.12	0.12±0.00	1.27±0.03	18.81±0.03	16.48±0.50	0.96±0.00
	соцветие	7.08±0.21	0.32±0.00	1.92±0.04	21.73±0.03	26.37±0.53	0.28±0.00
8	лист	8.16±0.25	0.25±0.00	2.12±0.06	14.33±0.00	16.77±0.50	0.96±0.02
	соцветие	8.34±0.25	0.18±0.00	1.70±0.03	18.59±0.01	24.19±0.48	1.43±0.02
9	лист	6.36±0.72	0.19±0.00	1.82±0.05	30.03±0.01	8.55±0.17	2.18±0.08
	соцветие	7.06±0.21	0.24±0.00	2.47±0.07	25.83±0.02	12.90±0.26	2.19±0.03
<i>P. anserina</i>							
10	лист	5.28±0.1	0.41±0.00	2.97±0.01	12.67±0.02	20.35±0.40	1.57±0.02
	соцветие	2.65±0.05	0.07±0.00	2.74±0.08	17.75±0.05	23.12±0.46	1.01±0.00
11	лист	3.96±0.08	0.54±0.01	7.80±0.31	27.98±0.01	34.94±0.67	2.55±0.07
	соцветие	1.89±0.03	0.70±0.01	2.73±0.08	15.31±0.01	20.37±0.40	2.19±0.02
12	лист	5.37±0.11	0.49±0.00	2.74±0.02	14.36±0.02	20.76±0.62	0.84±0.00
	соцветие	8.03±0.16	1.28±0.02	2.95±0.01	18.13±0.06	26.24±0.52	1.44±0.09
13	лист	4.20±0.08	1.06±0.02	1.82±0.05	14.96±0.03	6.19±0.12	0.51±0.05
	соцветие	7.60±0.15	0.85±0.02	2.47±0.09	10.37±0.00	6.46±0.19	1.25±0.01
14	лист	15.62±0.22	0.25±0.01	3.03±0.07	18.90±0.03	10.59±0.32	1.03±0.03
	соцветие	16.49±0.16	0.30±0.01	2.40±0.05	20.61±0.01	12.55±0.38	0.89±0.02
<i>P. bifurcate</i>							
15	лист	7.75±0.15	0.13±0.00	8.10±0.32	11.28±0.02	16.14±0.32	0.37±0.00
	соцветие	3.96±0.08	0.27±0.00	12.33±0.37	6.11±0.02	20.80±0.42	0.30±0.00
16	лист	5.81±0.11	0.19±0.00	3.48±0.11	30.03±0.06	15.98±0.32	1.30±0.03
	соцветие	3.82±0.07	0.24±0.00	1.75±0.05	25.83±0.02	11.79±0.23	0.77±0.02
17	лист	20.48±0.22	0.39±0.00	3.54±0.06	22.60±0.03	9.76±0.11	0.92±0.03
	соцветие	24.18±0.17	0.36±0.02	2.96±0.03	22.80±0.04	13.32±0.40	0.66±0.02
<i>P. humifusa</i>							
18	лист	8.21±0.16	0.18±0.00	9.09±0.27	25.91±0.05	17.70±0.35	1.50±0.04
	соцветие	5.20±0.10	0.38±0.01	9.98±0.29	15.79±0.01	17.15±0.34	1.32±0.04
19	лист	5.80±0.11	0.10±0.00	2.94±0.08	24.09±0.00	14.52±0.29	1.05±0.03
	соцветие	4.09±0.08	0.16±0.00	3.68±0.11	13.83±0.02	11.04±0.22	0.31±0.00
<i>P. longifolia</i>							
20	лист	4.37±0.08	1.09±0.02	4.48±0.13	23.18±0.04	9.15±0.18	1.69±0.04
	соцветие	1.17±0.02	0.71±0.02	1.09±0.09	10.26±0.00	11.29±0.22	2.46±0.03
<i>P. multifidi</i>							
21	лист	3.23±0.06	0.79±0.01	1.78±0.05	7.19±0.04	6.69±0.13	0.75±0.00
	соцветие	2.85±0.05	0.16±0.00	1.25±0.04	7.72±0.01	2.97±0.08	0.97±0.05
<i>P. fruticosa</i>							
22	лист	23.80±0.71	0.82±0.01	4.71±0.14	22.0±0.06	21.61±0.64	1.14±0.03
	соцветие	26.47±1.05	0.93±0.03	3.89±0.10	23.22±0.03	16.79±0.67	0.84±0.02
23	лист	8.51±0.06	1.5±0.03	4.28±0.03	19.70±0.01	6.78±0.18	1.0±0.00
	соцветие	8.35±0.07	0.92±0.01	3.77±0.02	19.2±0.02	4.44±0.05	0.7±0.00

* среднее значение ± стандартное отклонение

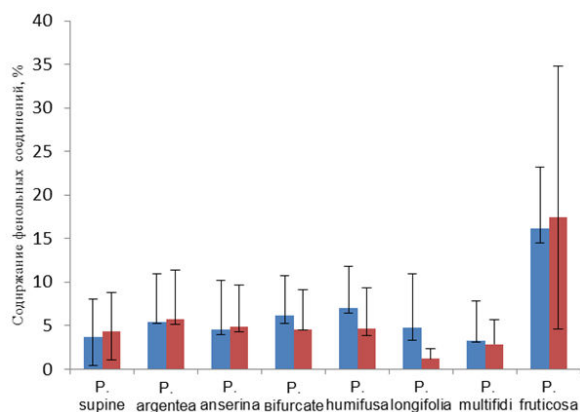


Рис. 1. Общее содержание фенольных соединений в листьях и соцветиях растений рода *Potentilla* из Западной Сибири (данные представлены как среднее \pm ст. откл.)

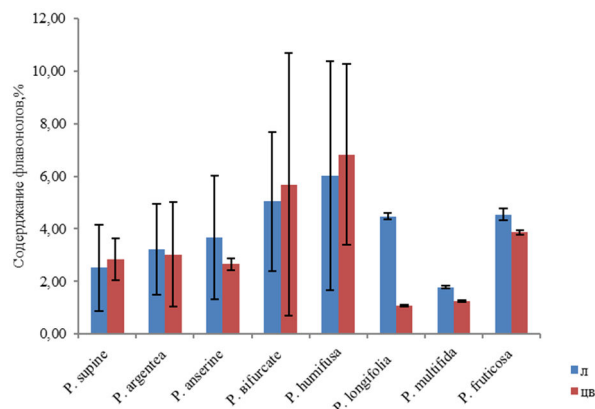


Рис. 2. Содержание флавонолов в листьях и соцветиях растений рода *Potentilla* из Западной Сибири (данные представлены как среднее \pm ст. откл.)

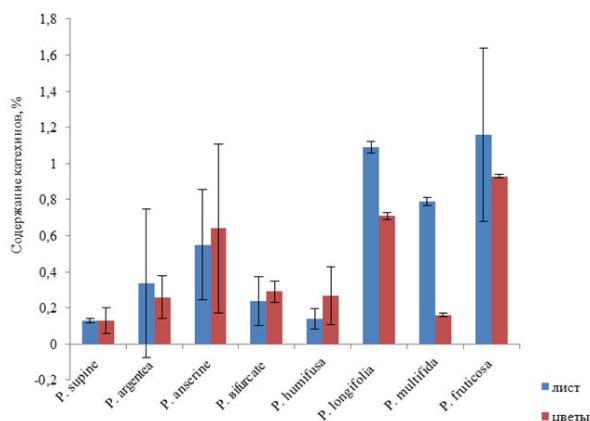


Рис. 3. Содержание катехинов в листьях и соцветиях растений рода *Potentilla* из Западной Сибири (данные представлены как среднее \pm ст. откл.)

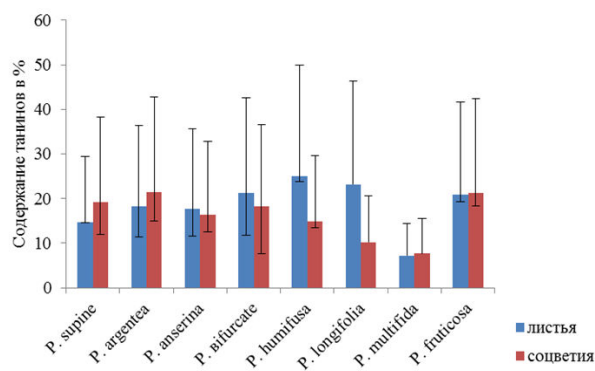


Рис. 4. Содержание танинов в листьях и соцветиях растений рода *Potentilla* из Западной Сибири (данные представлены как среднее \pm ст. откл.)

Антиоксидантная активность экстрактов растений обусловлена химическим составом сырья и в основном определяется составом и содержанием фенольных веществ. Антиоксиданты участвуют в регуляции протекания свободно-радикальных превращений в организме, существенно влияя на его состояние, поэтому антиоксиданты и исследование свойств этих соединений в последнее время получили широкое распространение [29, 30]. Наибольшую эффективность проявили экстракты из листьев и соцветий *P. bifurcata* ($IC_{50} = 0.37$ и 0.30 мг/мл соответственно), соцветий *P. humifusa* ($IC_{50} = 0.31$ мг/мл) и *P. argentea* ($IC_{50} = 0.28$ мг/мл) (табл. 2). Менее эффективны экстракты из листьев *P. anserina* ($IC_{50} = 2.55$ мг/мл) и соцветий *P. argentea* ($IC_{50} = 3.59$ мг/мл).

Заключение

В результате проведенного исследования установлено, что листья и соцветия растений восьми видов рода *Potentilla* L. содержат вторичные метаболиты: фенольные соединения (флавонолы, катехины, танины), сапонины. Листья и соцветия кустарникового вида *P. fruticosa* отличаются высоким общим содержанием ФС (8.35–26.47%) и содержанием катехинов (0.82–1.50%). Флавонолы преимущественно накапливались в листьях и соцветиях *P. humifusa* (до 9.09%) и *P. bifurcata* (до 12.33%). Более высокое содержание сапонинов обнаружено в листьях вида *P. anserina* (34.94%) и *P. fruticosa* (21.61%), а в соцветиях – у *P. argentea* (26.37%) и *P. anserina* (26.24%). Минимальное значение сапонинов найдено в листьях *P. anserina* (6.19%) и в

соцветиях *P. multifida* (2.97%). Наибольшую антирадикальную эффективность проявили экстракты из листьев и соцветий *P. bifurcate*, *P. humifusa* и *P. argentea*. Показатели антирадикальной активности выше в экстрактах из листьев и соцветий *P. bifurcate* ($IC_{50} = 0.37$ и 0.30 мг/мл соответственно), соцветий *P. humifusa* ($IC_{50} = 0.31$ мг/мл) и *P. argentea* ($IC_{50} = 0.28$ мг/мл). Показано, что содержание вторичных метаболитов у лапчаток связано с видовой принадлежностью, органом растения и местообитанием.

Благодарности

Авторы статьи выражают огромную благодарность с.н.с. А.А. Петрук за представленные образцы четырех растений для исследования.

Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания Центрального сибирского ботанического сада СО РАН № АААА-А21-121011290025-2.

Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Открытый доступ

Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы дадите соответствующие ссылки на автора(ов) и источник и предоставите ссылку на Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

1. Кечайкин А.А. Род *Potentilla* sensu stricto (*Rosaceae*) во флоре Алтайской горной страны (АГС): автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2016. 17 с.
2. Tomczyk M., Paduch R., Wiater A., Pleszczyńska M., Kandefer-Szerszeń M., Szczodrak J. The influence of aqueous extracts of selected *Potentilla* species on normal human colon cells // *Acta poloniae pharmaceutica*. 2013. Vol. 70, no. 3. Pp. 523–531.
3. Paduch R., Wiater A., Locatelli M., Pleszczyńska M., Tomczyk M. Aqueous Extracts of Selected *Potentilla* Species Modulate Biological Activity of Human Normal Colon Cells // *Current Drug Targets*. 2015. Vol. 16. Pp. 1495–1502. <https://doi.org/10.2174/1389450116666141205160444>.
4. Augustynowicz D., Lemieszek M.K., Strawa J.W., Wiater A., Tomczyk M. Phytochemical Profiling of Extracts from Rare *Potentilla* Species and Evaluation of Their Anticancer Potential // *Int. J. Mol. Sci*. 2023. Vol. 24. 4836. <https://doi.org/10.3390/ijms24054836>.
5. Савельева Е.Е., Булгакова Н.А., Лапкина Е.З., Черная В.В., Курбатский В.И. Антимикробная активность водно-спиртовых экстрактов представителей рода *Potentilla* L. // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2022. №11(4). С. 20–27. <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2022-11-4-20-27>.
6. Augustynowicz D., Latte K.P., Tomczyk M. Recent phytochemical and pharmacological advances in the genus *Potentilla* L. sensulato – An update covering the period from 2009 to 2020 // *J. Ethnopharmacol*. 2021. Vol. 122(2). Pp. 184–204. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113412>.
7. Miliuskas G., van Beek T.A., Venskutonis P.R., Linssen J.P.H., de Waard P., Sudhölter E.J. Antioxidant activity of *Potentilla fruticosa* // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2004. Vol. 84. Pp. 1997–2009.
8. Складневская Н.В., Попов К.В. Стандартизация травы лапчатки серебристой // Фармация. 2013. №5. С. 12–14.
9. Романтеева Ю.В., Дурнова Н.А. Фитохимический анализ травы лапчатки серебристой *Potentilla argentea* L., произрастающей в п. Чардым Саратовской области // Бюллетень Ботанического сада Саратовского госуниверситета. 2015. №13. С. 74–78.
10. Болотова В.Ц., Складневская Н.В., Попова К.В. Биологическая активность травы лапчатки серебристой // Фармация. 2014. №6. С. 56–58.
11. Guo T., Qing Wei J., Ping Ma. J. Antitussive and expectorant activities of *Potentilla anserina* // *Pharmaceutical biology*. 2016. Vol. 54, no. 5. Pp. 807–811. <https://doi.org/10.3109/13880209.2015.1080734>.
12. Olennikov D.N., Kashchenko N.I., Chirikova. N.K., Kuz'mina S.S. Phenolic profile of *Potentilla anserina* L. (*Rosaceae*) herb of Siberian origin and development of a rapid method for simultaneous determination of major phenolics in *P. anserina* pharmaceutical products by microcolumn RP-HPLC-UV // *Molecules*. 2015. Vol. 20, no. 1. Pp. 224–248. <https://doi.org/10.3390/molecules20010224>.
13. Хисямова Д.М. Сравнительное фармакогностическое исследование некоторых представителей рода Лапчатка (*Potentilla* L.): автореф. дис. ... канд. фарм. наук. Самара, 2017. 22 с.
14. Zhao Y.-L., Cai G.-M., Hong X., Shan L.-M., Xiao X.-H. Anti-hepatitis B virus activities of triterpenoid saponin compound from *Potentilla anserina* L. // *Phytomedicine*. 2008. Vol. 15, no. 4. Pp. 253–258. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2008.01.00516>.
15. Горячкина Е.Г. Фармакогностическое исследование некоторых представителей рода лапчатка, произрастающих на территории Восточной Сибири: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. Уфа, 1994. 17 с.

16. Храмова Е.П., Кукушкина Т.А., Шалдаева Т.М., Сыева С.Я. Биохимические показатели кустарников (курильский чай и сабельник) из Горного Алтая // Химия растительного сырья. 2020. №1. С. 189–197. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2020015145>.
17. Евстропов А.Н., Бурова Л.Г., Грек О.Р., Захарова Л.Н., Волхонская Т.А. Применение полифенольного комплекса, экстрагированного из пятилистника кустарникового (*Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz), для профилактики Коксаки-вирусной инфекции // Бюллетень сибирской медицины. 2002. №4. С. 27–31.
18. Tomczyk M., Paduch R., Wiater A., Pleszczyńska M., Kandefer-szersze M., Szczodrak J. The influence of aqueous extracts of selected potentilla species on normal human colon cells // Acta Pol Pharm – Drug Research. 2013. Vol. 70. Pp. 523–531.
19. Кукушкина Т.А., Костикова В.А., Храмова Е.П. Содержание катехинов в листьях и корнях *Comarum salesovianum* и *Comarum palustre* (Rosaceae) // Химия растительного сырья. 2024. №2. С. 196–206. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20240212561>.
20. Государственная фармакопея РФ, 14-е изд. М., 2018. Т. 4. С. 6081–6083.
21. Денисенко Т.А., Вишник А.Б., Цыганок Л.П. Спектрофотометрическое определение суммы фенольных соединений в растительных объектах с использованием хлорида алюминия, 18-молибдодифосфата и реактива Фолина-Чокальтеу // Аналитика и контроль. 2015. Т. 19, №4. С. 373–380. <https://doi.org/10.15826/analitika.2015.19.4.012>.
22. Федосеева Л.М. Изучение дубильных веществ подземных и надземных вегетативных органов бадана толстолистного (*Bergenia crassifolia* (L.) Fitsh, произрастающего на Алтае // Химия растительного сырья. 2005. №2. С. 45–50.
23. Писарев Д.И. и др. Сапонины и их определение в корневищах аралии маньчжурской в условиях Белгородской области // Химия растительного сырья. 2009. №4. С. 197–198.
24. Tohidi B., Rahimmalek M., Arzani A. Essential oil composition, total phenolic, flavonoid contents, and antioxidant activity of *Thymus species* collected from different regions of Iran. // Food Chem. 2017. Vol. 220. Pp. 153–161. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.203>.
25. Kumarasamy Y., Byres M., Cox P.J., Jaspars M., Nahar L., Sarker S.D. Screening seeds of some Scottish plants for free radical scavenging activity // Phytotherapy Research. 2007. Vol. 21, no. 7. Pp. 615–621.
26. Gawron-Gzella A., Witkowska-Banaszczak E., Bylka W., Dudek-Makuch M., Odwrot A., Skrodzka N. Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Sanguisorba officinalis* L. Extracts // Pharmaceutical Chemistry Journal. 2016. Vol. 50, no. 4. Pp. 244–249. <https://doi.org/10.1007/s11094-016-1431-0>.
27. Wang L.-Y., Kou Y.-X., Wu G.-L., Wang Y.-J. Development and characterization of novel microsatellite markers isolated from *Potentilla fruticosa* L. (Rosaceae), and cross-species amplification in its sister species – *Potentilla glabra* L. // Conserv Genet Resour. 2009. Vol. 51. Pp. 698–706. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2009.00818.x>.
28. Syrpas M., Subbarayadu K., Kitrytė V., Rimantas P.V. High-Pressure Extraction of Antioxidant-Rich Fractions from Shrubby Cinquefoil (*Dasiphora fruticosa* L. Rydb.) Leaves: Process Optimization and Extract Characterization // Antioxidants. 2020. Vol. 9. 457. <https://doi.org/10.3390/antiox9060457>.
29. Podolak I., Galanty A., Sobolewska D. Saponins as cytotoxic agents: a review // Phytochem Rev. 2010. Vol. 9. Pp. 425–474. <https://doi.org/10.1007/s11101-010-9183-z>.
30. Тринеева О.В. Методы определения антиоксидантной активности объектов растительного и синтетического в фармации (обзор) // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2017. №4 (21). С. 180–197.

Поступила в редакцию 5 июня 2024 г.

После переработки 5 июня 2025 г.

Принята к публикации 27 августа 2025 г.

Shaldaeva T.M.*, Khramova E.P. PHYTOCHEMICAL STUDY OF CERTAIN WESTERN SIBERIAN CINQUEFOIL SPECIES

Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, st. Zolotodolinskaya, 101, Novosibirsk, 630090, Russia, tshaldaeva@yandex.ru

The total content of phenolic compounds (according to Folina-Cecalteu), flavonols, catechins, tannins, phenolic acids, as well as saponins was studied and the antiradical activity in extracts from leaves and inflorescences of eight representatives of the genus *Potentilla* (*Rosaceae*) - *Potentilla supina*, *P. argentea*, *P. anserina*, *P. bifurcata*, *P. humifusa*, *P. longifolia*, *P. multifida*, *P. fruticosa*, living in Western Siberia. It has been shown that depending on the species, plant organ and habitat, biologically active compounds are synthesized in different ways. According to the higher content of flavonols, tannins and catechins, leaves and inflorescences are distinguished *P. argentea*, *P. anserina*, *P. bifurcata* и *P. fruticosa*. Flavonol content in the leaves of these species varies from 5.49% and in inflorescences to 12.33%. By catechol content *P. fruticosa* (up to 1.5%). There was a significant accumulation of tannins in the leaves and inflorescences of the studied plants up to 3.0% in the leaves and up to 3.32% in the inflorescences *P. argentea*. The least flavonols and tannins accumulate in the leaves of *P. multifida* compared to other species. A high saponin content was found in leaves of the species *P. anserine* (34.94%) and *P. fruticosa* (21.61%) and in inflorescences of *P. argentea* (26.37%) and *P. anserine* (26.24%). The minimum value of saponins in the leaves of *P. anserine* (6.19%) and in the inflorescences of *P. multifida* (2.97%). Extracts from *P. bifurcata* leaves ($IC_{50} = 0.37$ mg/ml) and inflorescences ($IC_{50} = 0.30$ mg/ml) showed higher antiradical activity. Extracts from *P. anserine* leaves ($IC_{50} = 2.55$ mg/ml) and *P. argentea* inflorescences ($IC_{50} = 3.59$ mg/ml) are less effective.

Keywords: *Potentilla*, phenolic compounds, antiradical activity.

For citing: Shaldaeva T.M., Khramova E.P. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2025, no. 3, pp. 272–282. (in Russ.). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250315272>.

References

1. Kechaykin A.A. *Rod Potentilla sensu stricto (Rosaceae) vo flore Altayskoy gornoj strany (AGS): avtoref. diss. ... kand. biol. nauk.* [Genus *Potentilla sensu stricto* (*Rosaceae*) in the flora of the Altai mountain country (AGS): author's abstract. diss. ... candidate of biological sciences]. Novosibirsk, 2016, 17 p. (in Russ.).
2. Tomczyk M., Paduch R., Wiater A., Pleszczyńska M., Kandefer-Szerszeń M., Szczodrak J. *Acta poloniae pharmaceutica*, 2013, vol. 70, no. 3, pp. 523–531.
3. Paduch R., Wiater A., Locatelli M., Pleszczyńska M., Tomczyk M. *Current Drug Targets*, 2015, vol. 16, pp. 1495–1502. <https://doi.org/10.2174/1389450116666141205160444>.
4. Augustynowicz D., Lemieszek M.K., Strawa J.W., Wiater A., Tomczyk M. *Int. J. Mol. Sci.*, 2023, vol. 24, 4836. <https://doi.org/10.3390/ijms24054836>.
5. Savelyeva Ye.Ye., Bulgakova N.A., Lapkina Ye.Z., Chernaya V.V., Kurbatskiy V.I. *Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv*, 2022, no. 11(4), pp. 20–27. <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2022-11-4-20-27>. (in Russ.).
6. Augustynowicz D., Latte K.P., Tomczyk M. *J. Ethnopharmacol.*, 2021, vol. 122(2), pp. 184–204. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113412>.
7. Miliauskas G., van Beek T.A., Venskutonis P.R., Linssen J.P.H., de Waard P., Sudhölter E.J. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2004, vol. 84, pp. 1997–2009.
8. Sklyarevskaya N.V., Popov K.V. *Farmatsiya*, 2013, no. 5, pp. 12–14. (in Russ.).
9. Romanteyeva Yu.V., Durnova N.A. *Byulleten' Botanicheskogo sada Saratovskogo gosuniversiteta*, 2015, no. 13, pp. 74–78. (in Russ.).
10. Bolotova V.Ts., Sklyarevskaya N.V., Popova K.V. *Farmatsiya*, 2014, no. 6, pp. 56–58. (in Russ.).
11. Guo T., Qing Wei J., Ping Ma J. *Pharmaceutical biology*, 2016, vol. 54, no. 5, pp. 807–811. <https://doi.org/10.3109/13880209.2015.1080734>.
12. Olennikov D.N., Kashchenko N.I., Chirikova. N.K., Kuz'mina S.S. *Molecules*, 2015, vol. 20, no. 1, pp. 224–248. <https://doi.org/10.3390/molecules20010224>.
13. Khisiyama D.M. *Sravnitel'noye farmakognosticheskoye issledovaniye nekotorykh predstaviteley roda Lapchatka (Potentilla L.): avtoref. dis. ... kand. farm. nauk.* [Comparative pharmacognostic study of some representatives of the genus *Potentilla* L.: author's abstract. dis. ... candidate of pharmaceutical sciences]. Samara, 2017, 22 p. (in Russ.).
14. Zhao Y.-L., Cai G.-M., Hong X., Shan L.-M., Xiao X.-H. *Phytomedicine*, 2008, vol. 15, no. 4, pp. 253–258. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2008.01.00516>.
15. Goryachkina Ye.G. *Farmakognosticheskoye issledovaniye nekotorykh predstaviteley roda lapchatka, proizrastayushchikh na territorii Vostochnoy Sibiri: avtoref. dis. ... kand. farm. nauk.* [Pharmacognostic study of some representatives of the genus *Potentilla* growing in Eastern Siberia: author's abstract. dis. ... candidate of pharmaceutical sciences]. Ufa, 1994, 17 p. (in Russ.).
16. Khramova Ye.P., Kukushkina T.A., Shaldaeva T.M., Syryeva S.Ya. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2020, no. 1, pp. 189–197. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2020015145>. (in Russ.).
17. Yevstropov A.N., Burova L.G., Grek O.R., Zakharova L.N., Volkhonskaya T.A. *Byulleten' sibirskoy meditsiny*, 2002, no. 4, pp. 27–31. (in Russ.).
18. Tomczyk M., Paduch R., Wiater A., Pleszczyńska M., Kandefer-szersze M., Szczodrak J. *Acta Pol Pharm – Drug Research*, 2013, vol. 70, pp. 523–531.

* Corresponding author.

19. Kukushkina T.A., Kostikova V.A., Khramova Ye.P. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2024, no. 2, pp. 196–206. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20240212561>. (in Russ.).
20. *Gosudarstvennaya farmakopeya RF, 14-ye izd.* [State Pharmacopoeia of the Russian Federation, 14th edition]. Moscow, 2018, vol. 4, pp. 6081–6083. (in Russ.).
21. Denisenko T.A., Vishnikin A.B., Tsyganok L.P. *Analitika i kontrol'*, 2015, vol. 19, no. 4, pp. 373–380. <https://doi.org/10.15826/analitika.2015.19.4.012>. (in Russ.).
22. Fedoseyeva L.M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2005, no. 2, pp. 45–50. (in Russ.).
23. Pisarev D.I. i dr. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2009, no. 4, pp. 197–198. (in Russ.).
24. Tohidi B., Rahimmalek M., Arzani A. *Food Chem.*, 2017, vol. 220, pp. 153–161. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.203>.
25. Kumarasamy Y., Byres M., Cox P.J., Jaspars M., Nahar L., Sarker S.D. *Phytotherapy Research*, 2007, vol. 21, no. 7, pp. 615–621.
26. Gawron-Gzella A., Witkowska-Banaszczak E., Bylka W., Dudek-Makuch M., Odwrot A., Skrodzka N. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 2016, vol. 50, no. 4, pp. 244–249. <https://doi.org/10.1007/s11094-016-1431-0>.
27. Wang L.-Y., Kou Y.-X., Wu G.-L., Wang Y.-J. *Conserv Genet Resour.*, 2009, vol. 51, pp. 698–706. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2009.00818.x>.
28. Syrpas M., Subbarayadu K., Kitrytė V., Rimantas P.V. *Antioxidants*, 2020, vol. 9, 457. <https://doi.org/10.3390/antiox9060457>.
29. Podolak I., Galanty A., Sobolewska D. *Phytochem Rev.*, 2010, vol. 9, pp. 425–474. <https://doi.org/10.1007/s11101-010-9183-z>.
30. Trineyeva O.V. *Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv*, 2017, no. 4 (21), pp. 180–197. (in Russ.).

Received June 5, 2024

Revised June 5, 2025

Accepted August 27, 2025

Сведения об авторах

Шалдаева Татьяна Михайловна – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории фитохимии, tshaldaeva@yandex.ru
Храмова Елена Петровна – доктор биологических наук, заведующая лабораторией фитохимии, elenakhramova2023@yandex.ru

Information about authors

Shaldaeva Tatyana Mikhailovna – candidate of biological sciences, researcher at the laboratory of phytochemistry, tshaldaeva@yandex.ru
Khramova Elena Petrovna – Doctor of Biological Sciences, Head of the Phytochemistry Laboratory, elenakhramova2023@yandex.ru