

УДК 58:633.88(571.54)

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ *GERANIUM WLASSOVIANUM* (GERANIACEAE)

© Л.П. Ильина^{1*}, Д.Н. Оленников², Т.П. Анцупова³

¹ Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, ул. Пушкина, 8, Улан-Удэ, 670024 (Россия),
e-mail: larisap11@mail.ru

² Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, ул. Сахьяновой, 6, Улан-Удэ, 670047 (Россия)

³ Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, ул. Ключевская, 40В, Улан-Удэ, 670013 (Россия)

В статье приводятся результаты экспериментальных исследований по изучению химического состава надземных и подземных органов герани Власова. Содержание суммы дубильных веществ в растительном материале вида, собранного в фазу цветения, составляет $19.45 \pm 0.04\%$ в корневой системе и $20.93 \pm 0.03\%$ в надземной части. Для качественного определения индивидуальных фенольных соединений был применен метод ВЭЖХ, с помощью которого выявлено 21 соединение из водной вытяжки надземной части и 11 соединений из водной вытяжки подземной части г. Власова. Восемь соединений встречаются как в надземной части, так и в корневой системе, 13 веществ встречаются только в траве, 3 вещества – только в корневой системе. Был определен элементный состав растения, в результате чего выявлено 22 химических элемента. Для 6 элементов коэффициент корневого барьера ниже единицы, что указывает на безбарьерный переход элементов из подземных органов в надземные органы. Для остальных 16 элементов существует препятствие перехода (в интервале от 1 до 10), т.е. указанные элементы концентрируются в большей степени в корневой системе, чем в траве. Разнообразие химического состава и количественного содержания химических элементов в растительном материале исследуемого вида зависит от различных природных факторов.

Ключевые слова: герань Власова, дубильные вещества, фенольные соединения, элементный состав.

Введение

Из всего многообразия растительного мира на территории Республики Бурятия около 200 видов являются лекарственными, так как применяются в научной, народной и традиционной тибетской медицине [1]. Степень изученности видов неодинаковая, особенно если растение не используется в научной медицине, как, например, герань. Герани относятся к известным лекарственным растениям, используемым в народной медицине как вяжущие, кровоостанавливающие при маточных и геморроидальных кровотечениях, как дезинфицирующие и противовоспалительные средства, для лечения злокачественных опухолей, при переломах костей, бессоннице, эпилепсии, лихорадке, ревматизме, желудочно-кишечных, простудных заболеваниях, дизентерии, туберкулезных катарах легких и т.д. В традиционной тибетской медицине герани употребляют при глазных заболеваниях и при лечении бельма. Растения используются в виде настоя, отвара, порошка [2, 3]. Водный экстракт растений в зависимости от применяемых доз может оказывать воздействие на центральную нервную систему [4].

На территории республики произрастает 10 видов рода *Geranium* L. (Geraniaceae Juss.). Наиболее часто встречаемым видом является герань Власова – *Geranium wlassovianum* Fisch. ex Link. Растет в лесах, на опушках леса, в зарослях кустарников, во влажных сырых местах, по берегам рек и ручьев, по болотам [5]. По данным литературы [5], вид встречается во всех административных районах Бурятии. Нами проводился сбор сырья для проведения данного исследования в Баргузинском и Селенгинском районах [6–8].

Ильина Лариса Петровна – кандидат биологических наук, доцент, e-mail: larisap11@mail.ru

Оленников Даниил Николаевич – доктор фармацевтических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории медико-биологических исследований, e-mail: olennikovdn@mail.ru

Анцупова Татьяна Петровна – доктор биологических наук, профессор, e-mail: antsupova-bot@mail.ru

* Автор, с которым следует вести переписку.

Надземные органы герани Власова применяют в тибетской медицине при пневмонии и конъюнктивитах, в народной медицине при женских болезнях, дизентерии и лечении злокачественных опухолей. Химический состав *G. wlassovianum* недостаточно изучен, имеются скудные сведения о содержании дубильных веществ, флавоноидов и кверцетина в надземных и подземных органах, углеводов (сахароза, глюкоза, фруктоза, рафиноза), аскорбиновой кислоты и каротина в траве [4, 9]. Поэтому целью данной работы является изучение дубильных веществ, качественного фенольного состава и определение химических элементов надземных и подземных органах *G. wlassovianum*.

Экспериментальная часть

Объектом исследования является *G. wlassovianum*, собранная в период цветения в Баргузинской долине Республики Бурятия. Видовую принадлежность выявляли с помощью Определителя растений Бурятии [5]. Количественное содержание дубильных веществ устанавливали по общепринятой методике [10, 11]. Полученные данные статистически обрабатывали по следующим параметрам: средняя арифметическая, ошибка средней арифметической с доверительной вероятностью $P=0.95$. Достоверность средней арифметической из не менее чем трех значимых экспериментов находили по таблице значений критерия достоверности по Стьюденту [12]. Был использован пакет статистических программ «Microsoft Excel».

Для установления индивидуальных фенольных соединений была использована водная вытяжка дубильных веществ из надземных и подземных органов исследуемого растения по методике, указанной выше [10, 11]. Полученную вытяжку выпаривали на водяной бане до сухой массы. Далее брали 10 мг высушенного материала (сумма дубильных веществ), растворяли в 1 мл 80%-ного раствора ацетонитрила, после чего центрифугировали (6000 g, 20 мин). Полученный раствор фильтровали через мембранный фильтр (0.45 мкм) и использовали для анализа (1 мкл). Анализ осуществляли на жидкостном хроматографе LCMS-8050 (Shimadzu, Columbia, MD, USA), соединенном с диодно-матричным детектором (ДМД) и 3Q детектором с ионизацией электрораспылением (ИЭР/МС; electrospray ionization, ESI), используя колонку GLC Mastro C18 (150×2.1 мм, Ø 3 мкм; Shimadzu, Kyoto, Japan). Условия ВЭЖХ: подвижная фаза – элюент А (вода), элюент В (ацетонитрил); программа градиента – 0–10 мин 5–12% В, 10–20 мин 12–45% В, 20–40 мин 45–100% В; инжектируемый объем – 1 мкл; скорость потока – 200 мкл/мин, температура колонки – 30 °С; диапазон сканирования спектров поглощения – 200–600 нм. Условия ДМД: 270 нм. Условия ИЭР-МС: режим ионизации – электрораспыление; температура интерфейса ИЭР – 300 °С; температура линии десольватации – 250 °С; температура нагревательного блока – 400 °С; скорость газа-распылителя (N_2) – 3 л/мин; скорость газа-нагревателя (воздух) – 10 л/мин; давление газа, используемого для диссоциации, индуцируемой соударением (CID gas, Ar) – 270 кПа; скорость Ar – 0.3 мл/мин; напряжение на капилляре – 3 кВ; диапазон сканирования масс (m/z) 100–1900.

Элементный состав растительного сырья определяли неdestructивным методом рентгенофлуоресценции в растительном материале на волновом рентгеновском спектрометре S4 Pioneer (Bruker AXS, Germany) с рентгеновской трубкой мощностью 4 кВт и Rh-анодом. Из каждого образца брали 2 навески по 0.5 г растительного материала, прессованного в виде таблеток. Условия измерения: при определении элементов от Na до K напряжение на трубке составляет 30 кВ, сила тока 60 мА; при определении элементов от Ca до Pb – 50 кВ и 40 мА соответственно. Время набора импульсов изменялось от 10 до 100 секунд в зависимости от содержания элемента [13].

Обсуждение результатов

Содержание суммы дубильных веществ в растительном материале *G. wlassovianum* составило $20.93 \pm 0.03\%$ в надземной части и $19.45 \pm 0.04\%$ – в подземной части.

Высокое содержание дубильных веществ в видах рода *Geranium* L. подтверждается литературными данными [14, 15], в частности, в надземных и подземных органах *G. pratense* L., *G. sylvaticum* L., *G. palustre* L., произрастающих на Северо-Западе России [16].

Для определения индивидуальных фенольных соединений был применен ВЭЖХ, с помощью которого выявлено 21 соединение из водной вытяжки надземной части (рис. 1) и 11 соединений из водной вытяжки подземной части (рис. 2) герани Власова.

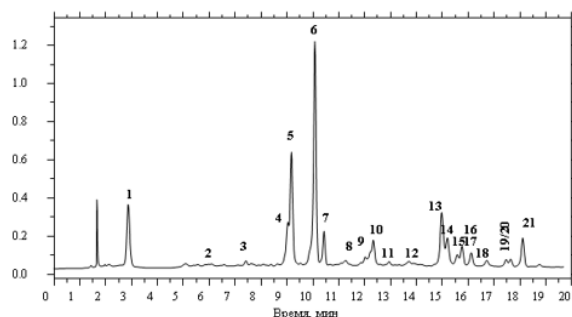


Рис. 1. Хроматограмма (ВЭЖХ) водного извлечения из травы *G. wlassovianum*

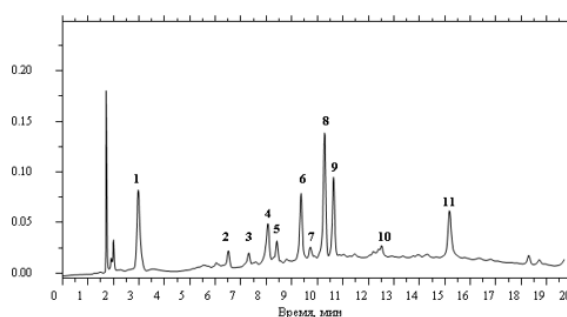


Рис. 2. Хроматограмма (ВЭЖХ) водного извлечения из корней *G. wlassovianum*

При анализе качественного химического состава растения по результатам рисунков 1, 2 и таблиц 1, 2 установлено, что число фенольных соединений в надземных органах больше, чем в подземных. Количественное содержание дубильных веществ также преобладает в надземной части по сравнению с подземной. Восемь соединений (галловая, 5-*O*-галлоилшикимовая, 5-*O*-кофеилхинная, гераниевая, эллаговая кислоты, гераниин, аскогераниин, тригаллоилглюкоза) встречаются как в траве, так и в корнях. Остальные вещества, такие как 5-*O*-галлоилхинная кислота, эпикатехин, ди/тригаллоилглюкоза (изомер), ди/тригаллоилглюкоза (изомер), тригаллоилглюкоза (изомер), кверцетин-3-*O*-глюкозид, кемпферол-3-*O*-рутинозид, кемпферол-3-*O*-глюкозид, изорамнетин-3-*O*-рутинозид, изорамнетин-3-*O*-глюкозид, кверцетин-3-*O*-галлоилглюкозид (изомер), кверцетин, встречаются только в траве. Только в подземной части обнаружены три вещества: моногаллоилглюкоза, дигаллоилглюкоза (изомер), дигаллоилглюкоза (изомер).

При анализе литературных данных о фенольном составе видов рода *Geranium* L., произрастающих в других регионах, было выявлено, что в траве *G. sibiricum* L. из Курской области также содержатся галловая кислота и эпикатехин [17], из Узбекистана – эллаговая кислота, гераниин и кверцетин [14]. В надземной части *G. pratense*, *G. sylvaticum*, *G. palustre* и подземной части *G. pratense*, *G. sylvaticum* из Северо-Запада России содержатся галловая и эллаговая кислоты [15]. Другие соединения, обнаруженные у *G. wlassovianum*, не встречаются у перечисленных видов, что, вероятно, указывает на видовую и территориальную особенность произрастания.

Выделение вторичных метаболитов проводили с помощью жидкостной хроматографии водной вытяжки растительного сырья, используя следующие методы идентификации: 1) путем сравнения с известными веществами; 2) из-за наличия в дубильных веществах фенольного кольца и хромофоров (метод УФ-спектрофотометрии); 3) наиболее удобный и информативный метод масс-спектрометрии. Полученные результаты представлены в таблицах 1 и 2.

Данные таблиц 1 и 2 показывают, что идентификацию фенольных соединений проводили преимущественно по сравнению с известными веществами – это соединения **1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21**, выделенные из надземных органов, и соединения **1, 3, 6, 7, 8, 9, 11**, выделенные из подземных органов герани Власова. В меньшем количестве соединения подтверждали с помощью УФ- и масс-спектрометрии – это соединения **9, 10, 11, 12, 19, 20** из вытяжки надземной части и соединения **2, 4, 5, 10** из вытяжки подземной части растения.

Качественный состав и количественное содержание химических элементов в растительном материале *G. wlassovianum* представлено в таблице 3, согласно чему из 22 анализируемых элементов восемь (Na, Mg, P, S, Cl, K, Ca, Fe) относятся к макроэлементам, остальные четырнадцать (Al, Si, Ti, Sr, Ba, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Zr, Pb) – к микроэлементам. Из макроэлементного состава довольно высокое содержание в растении отмечено для K (21000 мкг/г в надземной части и 7100 мкг/г в подземной) и Ca (20200 и 21000 мкг/г соответственно), которые в свою очередь относятся к биоэлементам [18]. Меньше всего – Na (100 мкг/г в надземных органах и 850 мкг/г в подземных). Информация о низком содержании натрия в растениях представлена в работе Т.И. Сиромля и Ю.В. Загурской [19]. Из микроэлементов относительно высокое содержание в образцах герани Власова отмечается Si (6500 мкг/г в надземной части и 10690 мкг/г в подземной части) и Al (4400 мкг/г и 3620 мкг/г соответственно), меньше – Sr и Ti (208–212 и 26–239 мкг/г соответственно)

и самое наименьшее – Zr и Pb (3–4 и до 2.4 мкг/г соответственно). Свинца в траве, возможно, вообще нет (<2мкг/г в надземных органах и очень низкое в корнях), что указывает на экологически чистое местопроизрастание вида.

В литературе встречается информация о количественном содержании 3 макро- и 5 микроэлементов в надземной и подземной частях *G. palustre*, *G. pratense* и *G. sylvaticum* со значительным накоплением Ca, Mg, Zn и Mn [20], что совпадает с нашими данными.

Данные таблицы 3 свидетельствуют, что наблюдается заметное различие в накоплении элементов в подземных и надземных органах, особенно четко это заметно при расчете коэффициента корневого барьера (ККБ), т.е. отношения содержания элементов в корневой системе к концентрации их в траве, как показано в таблице 4.

Как следует из таблицы 4, для шести элементов (Cl, K, Br, S, Al, Rb) коэффициент корневого барьера ниже единицы, что указывает на безбарьерный переход элементов из подземных органов в надземные органы. Для остальных шестнадцати элементов (Sr, Ca, P, Mg, Pb, Zr, Ba, Ni, Si, Mn, Cu, Cr, Zn, Fe, Na, Ti) существует препятствие перехода (в интервале от 1 до 10), т.е. указанные элементы концентрируются в большей степени в подземной части, чем в траве. Информация о преимущественном содержании элементов в корнях подтверждается литературными данными [18, 21], так как основным источником их является почва.

Таблица 1. Время удерживания и идентификация соединений 1–21 из надземных органов *G. wlassovianum*

№	Время, мин	Соединения	Идентификация*
1	2.99	Галловая кислота	A
2	6.03	5-О-Галлоилхинная кислота	A
3	7.45	5-О-Галлоилшикимовая кислота	A
4	9.08	5-О-Кофеилхинная кислота	A
5	9.12	Гераниевая кислота	A
6	10.11	Гераниин	A
7	10.41	Аскогераниин	A
8	11.27	Эпикатехин	A
9	12.02	Ди/тригаллоилглюкоза (изомер)	B
10	12.31	Ди/тригаллоилглюкоза (изомер)	B
11	12.99	Тригаллоилглюкоза (изомер)	B
12	13.67	Тригаллоилглюкоза (изомер)	B
13	14.97	Эллаговая кислота	A
14	15.21	Кверцетин-3-О-глюкозид	A
15	15.52	Кемпферол-3-О-рутинозид	A
16	15.67	Кемпферол-3-О-глюкозид	A
17	16.18	Изорамнетин-3-О-рутинозид	A
18	16.71	Изорамнетин-3-О-глюкозид	A
19	17.43	Кверцетин-3-О-галлоилглюкозид (изомер)	B
20	17.67	Кверцетин-3-О-галлоилглюкозид (изомер)	B
21	18.03	Кверцетин	A

* A – сравнение с известным веществом; B – по данным УФ- и масс-спектров.

Таблица 2. Время удерживания и идентификация соединений 1–11 из подземных органов *G. wlassovianum*

№	Время, мин	Соединения	Идентификация*
1	2.97	Галловая кислота	A
2	6.48	Моногаллоилглюкоза	B
3	7.33	5-О-Галлоилшикимовая кислота	A
4	8.03	Дигаллоилглюкоза	B
5	8.47	Дигаллоилглюкоза	B
6	9.28	5-О-Кофеилхинная кислота	A
7	9.64	Гераниевая кислота	A
8	10.18	Гераниин	A
9	10.68	Аскогераниин	A
10	12.51	Тригаллоилглюкоза	B
11	15.14	Эллаговая кислота	A

* A – сравнение с известным веществом; B – по данным УФ- и масс-спектров.

Таблица 3. Элементный состав *G. wlassovianum*, мкг/г воздушно-сухого сырья

Элементы	Надземные органы	Подземные органы	Элементы	Надземные органы	Подземные органы
Na	100±2.26	850±5.25	Sr	208±6.44	212±3.89
Mg	1800±4.03	2200±12.40	Ba	63±5.47	89±2.73
P	1720±2.25	1830±3.16	Cr	2.3±1.78	7.7±1.52
S	2140±3.04	1510±7.60	Mn	71±2.56	127±4.04
Cl	4200±8.30	430±4.33	Ni	2.7±0.81	4.4±0.43
K	21000±19.33	7100±8.33	Cu	4.7±0.89	13.3±1.42
Ca	20200±17.25	21000±19.85	Zn	30±3.72	106±23.03
Fe	300±1.87	2530±7.09	Br	9.0±1.23	4.9±0.72
Al	4400±12.40	3620±12.42	Rb	15±2.56	14±1.37
Si	6500±13.20	10690±28.56	Zr	3±0.21	4±0.92
Ti	26±0.15	239±1.12	Pb	<2±0.09	2.4±0.08

Таблица 4. Коэффициент корневого барьера (ККБ) вида *G. wlassovianum* в порядке возрастания

Элементы	ККБ	Элементы	ККБ	Элементы	ККБ
Cl	0.10±6.32	P	1.06±2.71	Cu	2.83±1.14
K	0.34±13.83	Mg	1.22±8.22	Cr	3.35±1.65
Br	0.54±0.98	Pb	≥1.26±0.09	Zn	3.53±13.38
S	0.71±5.32	Zr	1.33±0.57	Fe	8.43±4.48
Al	0.82±12.41	Ba	1.41±4.10	Na	8.50±3.76
Rb	0.93±1.97	Ni	1.63±0.62	Ti	9.19±0.64
Sr	1.02±5.17	Si	1.64±20.88		
Ca	1.04±18.55	Mn	1.79±3.30		

Таким образом, разнообразие химического состава и количественного содержания химических элементов в растительном материале исследуемого вида, вероятнее всего, зависит от ряда факторов: природы химических веществ и химических элементов, вида растений, произрастающих в конкретной местности, химического состава почвы и различных экологических воздействий на растения.

Выводы

В подземных органах *Geranium wlassovianum* содержится 19.45% суммы дубильных веществ, в надземных органах – 20.93%.

Физико-химическими методами анализа (ВЭЖХ) при сравнении с известными веществами и с помощью УФ- и масс-спектрометрии было обнаружено и идентифицировано одиннадцать фенольных соединений в корневой системе и двадцать один – в траве *G. wlassovianum*.

Определено количественное содержание восьми макро- и четырнадцати микроэлементов в подземной и надземной частях *G. wlassovianum* с преимущественным поглощением из окружающей среды (в большинстве своем из почвы через корневую систему) шести элементов (Cl, K, Br, S, Al, Rb) надземными органами и шестнадцати элементов (Sr, Ca, P, Mg, Pb, Zr, Ba, Ni, Si, Mn, Cu, Cr, Zn, Fe, Na, Ti) подземными органами.

Авторы выражают благодарность кандидату химических наук Е.В. Чупариной, научному сотруднику лаборатории Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (Иркутск) за помощь в проведении элементного анализа растительного сырья.

Список литературы

1. Анцупова Т.П., Дашиева Ж.Д., Ендонова Г.Б., Жапова О.И., Ильина Л.П., Павлова Е.П. Лекарственные растения Бурятии в науке и практике. Улан-Удэ, 2015. 150 с.
2. Минаева В.Г. Лекарственные растения Сибири. Новосибирск, 1991. 431 с.
3. Телятьев В.В. Полезные растения Центральной Сибири. Иркутск, 1985. 384 с.
4. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства *Rutaceae* – *Elaeagnaceae*. Л., 1988. 357 с.
5. Определитель растений Бурятии / под ред. О.А. Аненхонова. Улан-Удэ, 2001. 672 с.
6. Ильина Л.П., Анцупова Т.П. Дубильные вещества представителей семейства *Geraniaceae* Бурятии // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. №5(47). С. 73–74. DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.083.

7. Ильина Л.П., Анцупова Т.П. Зависимость содержания дубильных веществ от фитоценотической приуроченности растений рода *Geranium* L. в Бурятии // Естественные и технические науки. 2018. №4. С. 27–34.
8. Ильина Л.П., Анцупова Т.П. Виды семейства *Geraniaceae* во флоре Бурятии: фитоценотическая приуроченность // Ботаника в современном мире: труды XIV Съезда Русского ботанического общества и конференции. Махачкала, 2018. Т. 1. С. 130–132.
9. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 3. Семейства Fabaceae – Ariaceae / отв. ред. А.Л. Буданцев. СПб., М., 2010. 601 с.
10. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. М., 2018. Т. 2. С. 1815–3262.
11. Химический анализ лекарственных растений / под ред. Н.И. Гринкевич, Л.Н. Сафронич. М., 1983. 176 с.
12. Зверев А.А., Зефирова Т.Л. Статистические методы в биологии. Казань, 2013. 42 с.
13. Чупарина Е.В., Мартынов А.М. Применение неструктурного РФА для определения элементного состава лекарственных растений // Журнал аналитической химии. 2011. Т. 66. №4. С. 399–405.
14. Жамалова Д.Н., Пулатов С.О., Курбаниязова Г.Т., Жабборов А.М., Тажиева Ф.А. Виды рода *Geranium* L. во флоре Узбекистана: распространение, химический состав и биологическая активность // *Universum: химия и биология*. 2019. №10(64). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/7865>.
15. Разаренова К.Н., Сипкина Н.Ю., Жохова Е.В. Динамика накопления некоторых фенольных соединений в надземной и подземной частях *Geranium pratense* L. // *Бутлеровские сообщения*. 2012. Т. 31. №7. С. 93–97.
16. Разаренова К.Н., Жохова Е.В. Сравнительная оценка содержания дубильных веществ в некоторых видах рода *Geranium* L. флоры Северо-Запада // *Химия растительного сырья*. 2011. №4. С. 187–192.
17. Бубенчиков Р.А., Позднякова Т.А. Изучение состава фенольных соединений герани сибирской методом ВЭЖХ // Медико-социальная экология личности: состояние и перспективы: Материалы XII Международной конференции. Минск, 2014. С. 13–15.
18. Ловкова М.Я., Рабинович А.М., Пономарева С.М., Бузук Г.Н., Соколова С.М. Почему растения лечат. М., 1990. 256 с.
19. Сиромля Т.И., Загурская Ю.В. Элементный химический состав *Hypericum perforatum* – ненормируемые элементы // *Химия растительного сырья*. 2019. №2. С. 179–187. DOI: 10.14258/jcrpm.2019023965.
20. Разаренова К.Н., Жохова Е.В., Беляева А.И. Минеральный состав некоторых видов рода *Geranium* (*Geraniaceae*) // *Растительные ресурсы*. 2013. Т. 49. №1. С. 118–124.
21. Битюцкий Н.П. Микроэлементы и растение. СПб., 1999. 232 с.

Поступила в редакцию 1 июля 2021 г.

После переработки 29 апреля 2022 г.

Принята к публикации 5 мая 2022 г.

Для цитирования: Ильина Л.П., Оленников Д.Н., Анцупова Т.П. Химический состав *Geranium wlassovianum* (*Geraniaceae*) // *Химия растительного сырья*. 2022. №3. С. 211–217. DOI: 10.14258/jcrpm.2022039789.

Ilyina L.P.^{1*}, Olennikov D.N.², Antsupova T.P.³ CHEMICAL COMPOSITION OF *GERANIUM WLASSOVIANUM* (*GERANIACEAE*)

¹ Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippova, ul. Pushkina, 8, Ulan-Ude, 670024 (Russia), e-mail: larisap11@mail.ru

² Institute of General and Experimental Biology SB RAS, ul. Sakhyanova, 6, Ulan-Ude, 670047 (Russia)

³ East Siberian State University of Technology and Management, ul. Klyuchevskaya, 40V, Ulan-Ude, 670013 (Russia)

The article presents the results of experimental findings concerning the study of the chemical composition of above-ground and underground parts of *Geranium wlassovianum*. The amount of number of tannins into the plant matter gathered during the blooming period is 19.45±0.04% in the root system and 20.93±0.03% in the above-ground part of a plant. Tannins are referred to phenolic compounds. For qualitative determination of peculiar phenolic compounds the HELC (high-efficiency liquid chromatography) method was used. This method allowed to determine 21 compounds from the aqueous extract of the above-ground parts and 11 compounds from the aqueous extract of the underground parts of the *Geranium wlassovianum*. 8 compounds were found both in the shoot system and in the root one, 13 substances are contained only in the grass, 3 substances were found only in the underground plant parts. During the study, the elemental composition of a plant was identified, as a result 22 chemical elements were found out. For 6 elements the root barrier index is lower than one that points at barrier-free transition of elements from a root system to an above-ground parts of a plant. The rest 16 elements meet the barrier during transition (in the range from 1 to 10), that is the concentration of these 16 elements is higher in the underground part than in the grass part. The variety of the chemical composition and quantitative content of the chemical elements in the plant matter of the species that is under the research depend on different natural factors.

Keywords: *Geranium wlassovianum*, tannins, phenolic compounds, elemental composition.

* Corresponding author.

References

1. Antsupova T.P., Dashiyeva Zh.D., Yendonova G.B., Zhapova O.I., Il'ina L.P., Pavlova Ye.P. *Lekarstvennyye rasteniya Buryatii v nauke i praktike*. [Medicinal plants of Buryatia in science and practice]. Ulan-Ude, 2015, 150 p. (in Russ.).
2. Minayeva V.G. *Lekarstvennyye rasteniya Sibiri*. [Medicinal plants of Siberia]. Novosibirsk, 1991, 431 p. (in Russ.).
3. Telyat'yev V.V. *Poleznyye rasteniya Tsentral'noy Sibiri*. [Useful plants of Central Siberia]. Irkutsk, 1985, 384 p. (in Russ.).
4. *Rastitel'nyye resursy SSSR: Tsvetkovyye rasteniya, ikh khimicheskiy sostav, ispol'zovaniye; Semeystva Rutaceae – Elaeagnaceae*. [Plant resources of the USSR: Flowering plants, their chemical composition, use; Families Rutaceae – Elaeagnaceae]. Leningrad, 1988, 357 p. (in Russ.).
5. *Opredelitel' rasteniy Buryatii* [Key to plants of Buryatia], ed. O.A. Anenkhonov. Ulan-Ude, 2001, 672 p. (in Russ.).
6. Il'ina L.P., Antsupova T.P. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*, 2016, no. 5(47), pp. 73–74. DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.083. (in Russ.).
7. Il'ina L.P., Antsupova T.P. *Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki*, 2018, no. 4, pp. 27–34. (in Russ.).
8. Il'ina L.P., Antsupova T.P. *Botanika v sovremennom mire: trudy XIV S"yezda Russkogo botanicheskogo obshchestva i konferentsii*. [Botany in the modern world: Proceedings of the XIV Congress of the Russian Botanical Society and Conference]. Makhachkala, 2018, vol. 1, pp. 130–132. (in Russ.).
9. *Rastitel'nyye resursy Rossii: Dikorastushchiye tsvetkovyye rasteniya, ikh komponentnyy sostav i biologicheskaya aktivnost'. T. 3. Semeystva Fabaceae – Apiaceae* [Plant resources of Russia: Wild flowering plants, their composition and biological activity. Vol. 3. Fabaceae – Apiaceae families], ed. A.L. Budantsev. St. Petersburg, Moscow, 2010, 601 p. (in Russ.).
10. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoy Federatsii, XIV izd.* [State Pharmacopoeia of the Russian Federation, XIV ed.]. Moscow, 2018, vol. 2, pp. 1815–3262. (in Russ.).
11. *Khimicheskiy analiz lekarstvennykh rasteniy* [Chemical analysis of medicinal plants], ed. N.I. Grinkevich, L.N. Safonich. Moscow, 1983, 176 p. (in Russ.).
12. Zverev A.A., Zefirov T.L. *Statisticheskiye metody v biologii*. [Statistical methods in biology]. Kazan', 2013, 42 p. (in Russ.).
13. Chuparina Ye.V., Martynov A.M. *Zhurnal analiticheskoy khimii*, 2011, vol. 66, no. 4, pp. 399–405. (in Russ.).
14. Zhamalova D.N., Pulatov S.O., Kurbaniyazova G.T., Zhabborov A.M., Tazhiyeva F.A. *Universum: khimiya i biologiya*, 2019, no. 10(64). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/7865>. (in Russ.).
15. Razarenova K.N., Sipkina N.Yu., Zhokhova Ye.V. *Butlerovskiye soobshcheniya*, 2012, vol. 31, no. 7, pp. 93–97. (in Russ.).
16. Razarenova K.N., Zhokhova Ye.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2011, no. 4, pp. 187–192. (in Russ.).
17. Bubenchikov R.A., Pozdnyakova T.A. *Mediko-sotsial'naya ekologiya lichnosti: sostoyaniye i perspektivy: Materialy XII Mezhdunarodnoy konferentsii*. [Medico-social ecology of personality: state and prospects: Proceedings of the XII International Conference]. Minsk, 2014, pp. 13–15. (in Russ.).
18. Lovkova M.Ya., Rabinovich A.M., Ponomareva S.M., Buzuk G.N., Sokolova S.M. *Pochemu rasteniya lechat*. [Why do plants heal]. Moscow, 1990, 256 p. (in Russ.).
19. Siromlya T.I., Zagurskaya Yu.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2019, no. 2, pp. 179–187. DOI: 10.14258/jcprm.2019023965. (in Russ.).
20. Razarenova K.N., Zhokhova Ye.V., Belyayeva A.I. *Rastitel'nyye resursy*, 2013, vol. 49, no. 1, pp. 118–124. (in Russ.).
21. Bityutskiy N.P. *Mikroelementy i rasteniye*. [Microelements and plant]. St. Petersburg, 1999, 232 p. (in Russ.).

Received July 1, 2021

Revised April 29, 2022

Accepted May 5, 2022

For citing: Ilyina L.P., Olennikov D.N., Antsupova T.P. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2022, no. 3, pp. 211–217. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2022039789.

