

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ / PHYSICOCHEMICAL BIOLOGY

Оригинальная статья / Original article

УДК 547.9:582.665.11

DOI: <http://dx.doi.org/10.21285/2227-2925-2019-9-1-95-101>

## Фенольные соединения *Polygonum aviculare* L. (*Polygonaceae*) из географически отдаленных популяций

© А.А. Петрук, Г.И. Высочина

Центральный Сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск, Российская Федерация

**Резюме:** Целью настоящей работы явилось изучение методами высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) состава и содержания фенольных соединений растений полиморфного вида *Polygonum aviculare* L. (*Polygonaceae*) из географически отдаленных популяций. Материал для исследования – листья растений, собранных в фазе цветения в Новосибирской, Иркутской, Мурманской областях, в республиках Хакасия, Бурятия, Алтай и др. Для извлечения фенольных соединений (флавоноидов и фенолокислот) проводили двукратную экстракцию 70% этанолом на водяной бане. Компонентный состав фенольного комплекса исследовали на жидкостном хроматографе «Agilent 1200» с диодноматричным детектором. В составе фенольных соединений обнаружены: флавонолгликозиды – югланин, гиперозид, авикулярин, кверцитрин; агликоны – кверцетин, кемпферол, мирицетин; С-гликозиды флавонов – ориентин и витексин, а также феруловая и другие кислоты. В 7 образцах преобладают югланин (3,6 мг/г) и гиперозид (3,0 мг/г), в 4 образцах – авикулярин (4,9 мг/г), в двух – флавонолгликозид кверцитрин (2,2 мг/г). Феруловая кислота (1,6 мг/г) обнаружена в семи образцах. Показана высокая биохимическая вариабельность состава и содержания фенольных соединений *P. aviculare*. Связи качественного состава фенольных соединений с местом произрастания растений не выявлено.

**Ключевые слова:** *Polygonum aviculare* L., высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), фенольные соединения, биохимическая вариабельность

**Благодарность:** Работа выполнена в рамках государственного задания ЦСБС СО РАН № АААА-А17-117012610051-5 по проекту «Оценка морфогенетического потенциала популяций растений Северной Азии экспериментальными методами».

**Информация о статье:** Дата поступления 18 сентября 2018 г.; дата принятия к печати 4 марта 2019 г.; дата онлайн-размещения 29 марта 2019 г.

**Для цитирования:** Петрук А.А., Высочина Г.И. Фенольные соединения *Polygonum aviculare* L. (*Polygonaceae*) из географически отдаленных популяций // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2019. Т. 9, N 1. С. 95–101. DOI: 10.21285/2227-2925-2019-9-1-95-101.

## *Polygonum aviculare* L. (*Polygonaceae*) phenol compounds in geographically distant populations

© Anastacia A. Petruk, Galina I. Vysochina

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation

**Abstract:** The present work was aimed at investigating the composition and content of phenolic compounds contained in polymorphic plants *Polygonum aviculare* L. (*Polygonaceae*) of geographically distant populations using the method of high-performance liquid chromatography (HPLC). Research materials included leaf samples collected during the flowering period across the regions of Novosibirsk, Irkutsk and Murmansk, as well as the Republics of Khakassia, Buryatia and Altai. Waterbath extraction was performed in 70% ethanol for the purpose of extracting phenolic compounds (flavonoids and phenolic acids). The composition of the phenol complex was analysed by an Agilent 1200 liquid chromatograph equipped with a diode matrix detector. The plants under investigation are found to contain the following phenolic compounds: flavonol glycosides, such as juglanin, hyperoside, avikularin, quercitrin, aglycones quercetin, kaempferol and myrsetin; C-glycosides of flavones – orientin and vitexin; ferulic and other acids. The first group consisting of 8 samples predominantly featured juglanin (3,6 mg/g) and hyperoside (3,0 mg/g), while 4 samples in the second group mostly contained

*avicularin* (4,9 mg/g). The major component in plants from two distance populations was flavonol glycoside *quercitrin* (2,2 mg/g). *Ferulic acid* (1.6 mg/g) was found only in plants comprising the first group. Therefore, phenolic compounds contained in *Polygonum aviculare* are shown to be characterized by a high biochemical variability in terms of composition and content. At the same time, no correlation has been found between the qualitative composition of phenolic compounds in the plants under study and their habitats.

**Keywords:** *Polygonum aviculare* L., high performance liquid chromatography (HPLC), phenolic compounds, biochemical variability

**Acknowledgement:** The study is the part of state task of Central Siberian Botanical Garden SB RAS no. AAAA-A17-117012610051-5 within the project «Assessment of morphogenetic potential of North Asia plants by experimental methods».

**Information about the article:** Received September 18, 2018; accepted for publication March 4, 2019; available online March 29, 2019.

**For citation:** Petruk A.A., Vysochina G.I. *Polygonum aviculare* L. (*Polygonaceae*) phenol compounds in geographically distant populations. *Izvestiya Vuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotekhnologiya* [Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology]. 2018, vol. 9, no. 1, pp. 95–101. (In Russian). DOI: 10.21285/2227-2925-2019-9-1-95-101.

## ВВЕДЕНИЕ

*Polygonum aviculare* L. (сем. *Polygonaceae*) – горец птичий, спорыш – типовой вид рода *Polygonum* s. str., который представлен однолетними и многолетними растениями, реже кустарничками и полукустарничками во внетропических странах и в высокогорьях тропиков. В России и сопредельных государствах насчитывается около 60 видов этих растений [1, 2]. Очень трудную в систематическом отношении группу видов, возникшую преимущественно в результате расчленения сборного вида *P. aviculare* s.l. [3], М.Г. Попов [4] называет *P. aviculare* – «многообразным сорным видом». Л.И. Малышев и Г.А. Пешкова [5], отмечая чрезвычайный полиморфизм *P. aviculare*, рассматривают «мелкие» виды Центральной Сибири внутри комплекса *P. aviculare* s.l. Обычно при заготовке сырья эти виды не выделяют. Они обладают высокой фенотипической пластичностью и генетической изменчивостью и поэтому легко адаптируются к различным местам обитания [6].

*P. aviculare* – ценное лекарственное растение. Лекарственным сырьем является надземная часть, собранная в период цветения. Настой травы применяется в медицине как противовоспалительное средство, способствующее отхождению конкрементов при камнях в почках и мочевом пузыре<sup>1, 2</sup>. В народной медицине горец птичий обычно используют как противовоспалительное,

кровоостанавливающее, гипотензивное, диуретическое, вяжущее, витаминное средство. Кроме того, это растение входит в состав различных сборов, применяемых при хроническом гастрите, язве желудка, бронхите, почечнокаменной болезни, маточных кровотечениях, цистите, туберкулезе легких и других заболеваниях [7, 8].

Методами хроматографии на бумаге и спектрофотометрии ранее авторами настоящей статьи было установлено, что главными компонентами фенольного комплекса *P. aviculare*, произрастающего в азиатской части России, являются гиперозид, югланин и гликозид мирицетина. Минорные компоненты обнаружены у представителей сибирских популяций в различных комбинациях [9, 10]. Этот вид гречишных проявляет высокую биохимическую вариабельность состава и содержания фенольных соединений. Основные компоненты растений, произрастающих в различных регионах, могут отличаться, и, следовательно, лекарственные препараты из них будут оказывать на организм человека различное биологическое действие. Невозможно, например, рассчитывать на эффект действия гликозида авикулярина, если его в сырье нет или количество его незначительно. Особенно важно определение качественного состава компонентов сырья при использовании полиморфных лекарственных растений.

Целью настоящей работы явилось изучение методами высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) состава и содержания фенольных соединений (флавоноидов и фенолокислот) растений *P. aviculare* из географически отдаленных популяций.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Объектом исследования являлись листья цветущих растений *P. aviculare*, собранных в период

---

«Офорт», 2007. 1239 с. / Kurkin V.A. *Farmacognosiya* [Pharmacognosy]. Samara: Ofort Publ., 2007, 1239 p.

с 2008 по 2015 гг. в Новосибирской, Иркутской, Мурманской областях, в Хакасии, Бурятии, Алтае и др. Листья сушили в хорошо проветриваемых помещениях, измельчали до размера частиц 2 мм, перемешивали и отбирали среднюю пробу.

Для извлечения фенольных соединений проводили двукратную экстракцию 70%-ным этанолом на водяной бане. Точную навеску (0,1 г) измельченного материала экстрагировали 30 мл водного этанола в течение 30 мин, а затем 20 мл – в течение 20 мин. Остаток на фильтре промывали 5 мл 70%-ного этанола. Объединенный экстракт концентрировали до 10–15 мл (точный объем). Для освобождения от примесей 1 мл экстракта разбавляли бидистиллированной водой до 5 мл и пропускали через концентрирующий патрон Диапак С16 (ЗАО «БиоХимМак»).

Компонентный состав фенольного комплекса образцов исследовали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на аналитической ВЭЖХ-системе, состоящей из жидкостного хроматографа «Agilent 1200» с диоднолучным детектором и программы ChemStation. Рабочая колонка – Zorbax SB-C18 размером 4,6×150 мм, (диаметр частиц – 5 мкм), градиентный режим элюирования. В подвижной фазе содержание метанола в водном растворе ортофосфорной кислоты (0,1%) изменялось от 50 до 52% за 56 мин. Скорость потока элюента – 1 мл/мин, температура колонки – 26 °С, объем вводимой пробы – 10 мкл. Детектирование осуществляли при  $\lambda = 360$  нм.

Для приготовления подвижных фаз использовали метиловый спирт (ос.ч.), ортофосфорную кислоту (ос.ч.), бидистиллированную воду. Для идентификации использовали препараты производства фирм «Fluka» и «Sigma». Стандартные растворы готовили в концентрации 10 мкг/мл в этиловом спирте. Сопоставляли время удерживания пиков соединений на хроматограммах анализируемых образцов с временем удерживания пиков стандартных образцов и их УФ-спектры.

Количественное определение индивидуальных компонентов в образцах растений проводили по методу внешнего стандарта [11]. Содержание индивидуальных веществ ( $C_x$ ) вычисляли по формуле (в мг/г от массы воздушно-сухого сырья):

$$C_x = C_{cm} \cdot S_1 \cdot V_1 \cdot V_2 / S_2 \cdot M \cdot V_3 \cdot 1000,$$

где  $C_{cm}$  – концентрация соответствующего раствора стандарта, мкг/мл;  $S_1$  – площадь пика флавонола в анализируемой пробе, е.о.п.;  $S_2$  – площадь пика стандартного вещества, е.о.п.;  $V_1$  – объем элюата после вымывания флавонолов с концентрирующего патрона, мл;  $V_2$  – общий объем экстракта, мл;  $V_3$  – объем экстракта, взятый на анализ, мл;  $M$  – масса навески, г; 1000 – пересчетный коэффициент.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Используя метод ВЭЖХ, позволяющий разде-

лить сложный комплекс фенольных соединений, удалось провести сравнительное исследование качественного состава и содержания гликозидов и фенолокислот в образцах *P. aviculare* из географически отдаленных регионов России (таблца).

Таким образом, исследовано 13 образцов растений, собранных в регионах, находящихся на расстоянии тысяч километров друг от друга. В фенольном комплексе семи образцов преобладают гиперозид, югланин, соединение 5 и феруловая кислота. Это растения из г. Новосибирска (образец № 1), Республики Хакасия (№ 5), Забайкальского края (№ 6), Иркутской области (№ 8), г. Москвы (№ 11), Мурманской области (№ 12, 13). Отмечены некоторые отличия отдельных образцов. Так, в образце № 6 присутствует авикулярин в количестве чуть меньшем, чем югланин и гиперозид, а в образце № 11 – соединение 4 (3,0 мг/г) и кверцетин (1,8 мг/г). У образца № 1 отсутствует компонент 5. Содержание гиперозида в растениях достигает 3,0 мг/г, югланина – 3,6 мг/г, компонента 5 – 2,5 мг/г, и феруловой кислоты – до 1,6 мг/г. Отметим, что феруловая кислота обнаружена только у данных растений.

В качестве примера на рис. 1 представлена хроматограмма экстракта листьев растений из Иркутской области (образец № 8).

Полученные данные соответствуют результатам более ранних исследований, проведенных авторами настоящей статьи, когда было установлено, что главными компонентами *P. aviculare* являются гиперозид и югланин. Наличие этих флавонолгликозидов в горце птичьим также было отмечено в работе [12]: в растениях, произрастающих в Германии, автор обнаружил два гликозида кверцетина – гиперозид и кверцитрин. Л.Г. Паносян с соавторами, изучая образцы из Армении, выделил гиперозид, югланин (3-О-арабинозид кемпферола), 3-галактозид рамнетины, флавонол лютеолин, а также С-гликозиды – витексин и изовитексин [13]. М.В. Китаева и Л.В. Селенина установили, что флавоноидный комплекс *P. aviculare* из окрестностей г. Санкт-Петербурга состоит из 9 компонентов и доказали наличие гиперозида и 7-гликозида апигенина [14]. Корейские ученые выделили из надземных органов горца птичьего югланин, астрагалин и авикулярин [15], а исследователи из Китая – югланин, астрагалин, авикулярин, кверцитрин, мирицитрин [16].

В четырех образцах доминируют авикулярин и компонент 1. Это растения из Хакасии (№ 2, 3), Бурятии (№ 4), Иркутской области (№ 7), то есть из восточных регионов России. В образце № 3 было отмечено соединение 4 (1,1 мг/г), а в образце № 4 – кверцитрин (2,4 мг/г). Кверцетин присутствовал у всех образцов, однако, не преобладал над другими веществами, а был примерно в тех же количествах, что гиперозид и югланин. Содержание гликозида авикулярина в данных растениях достигает 4,9 мг/г, компонента 1 – 2,8 мг/г.

Состав и содержание (в мг/г от массы воздушно-сухого сырья) фенольных соединений в образцах листьев *P. aviculare* из географически отдаленных популяций

Composition and content (mg/g of air-dry raw material) of phenolic compounds in *P. aviculare* samples of leaves from geographically remote populations

Соединение	Номер образца												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Гиперозид	1,2	1,5	–	0,9	1,2	2,1	0,9	2,3	–	–	3,0	2,7	1,4
Югланин	2,1	0,9	–	0,8	0,7	2,1	1,2	3,5	–	–	2,6	1,2	0,6
Кверцетин	0,1	1,9	0,7	0,8	0,1	0,6	1,1	–	0,2	0,2	1,8	–	–
Авикулярин	–	4,9	1,2	1,3	–	1,7	2,0	–	–	–	–	–	–
Кверцитрин	–	–	–	2,4	0,1	–	0,6	–	2,2	0,2	–	–	–
Витексин	–	–	0,2	–	–	–	0,1	–	–	–	–	–	–
Мирицетин	–	0,4	–	0,1	0,1	0,2	0,2	–	–	–	–	–	–
Кемпферол	–	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	–	–	–	–	–	–
Ориентин	–	–	–	0,1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Феруловая кислота	0,2	–	–	–	0,2	1,1	–	0,8	–	–	1,5	1,6	0,8
p-кумаровая кислота	–	–	0,6	–	–	0,1	0,1	–	–	–	–	–	–
Синаповая кислота	–	0,6	–	0,04	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ванилиновая кислота	–	–	–	0,1	–	–	0,3	–	–	–	–	–	–
Гентизиновая кислота	–	–	–	–	–	0,4	–	–	–	–	–	–	–
Соединение 1 (t <sub>R</sub> =15,2 мин)	–	2,7	1,0	2,2	–	0,9	2,8	–	–	–	–	–	–
Соединение 2 (t <sub>R</sub> =16,7 мин)	–	–	–	–	–	–	–	–	2,1	0,7	–	–	–
Соединение 3 (t <sub>R</sub> =35,7 мин)	0,1	–	–	–	0,4	0,6	–	0,8	1,3	0,6	0,6	1,1	0,3
Соединение 4 (t <sub>R</sub> =44,6 мин)	0,1	–	1,1	0,02	–	–	0,1	–	–	0,1	3,0	–	–
Соединение 5 (t <sub>R</sub> =46,1 мин)	–	0,2	–	0,2	0,6	1,1	0,04	2,5	1,3	0,3	2,0	0,6	0,2

Места отбора образцов:

1 – г. Новосибирск, Академгородок (у дороги); 2 – Хакасия, Богградский район, пос. Бей-Булук (у дороги); 3 – Хакасия, Усть-Абаканский р-н, пос. Усть-Абакан (берег Красноярского водохранилища); 4 – Бурятия, пос. Новоселенгинск (песчаный берег р. Селенги); 5 – Хакасия, Ширинский р-н, с. Гольджи (у дороги); 6 – Забайкальский край, пос. Цасучей, берег р. Онон (у дороги); 7 – Иркутская обл., пос. Хомутово (песчаный берег р. Куда); 8 – Иркутская обл., пос. Люры (березовые колки); 9 – Алтай, пос. Элекмонар (песчаный берег р. Катунь); 10 – г. Волгоград, северные степные склоны холмов в окрестностях города; 11 – г. Москва, близ корпуса МГУ (газон); 12 – Мурманская обл., Камдалакшский р-н, ст. Пояконда (у железнодорожной насыпи); 13 – Мурманская обл., Терский р-н, 300 м к востоку от с. Чаваньга (тропа в супралиторальной зоне).

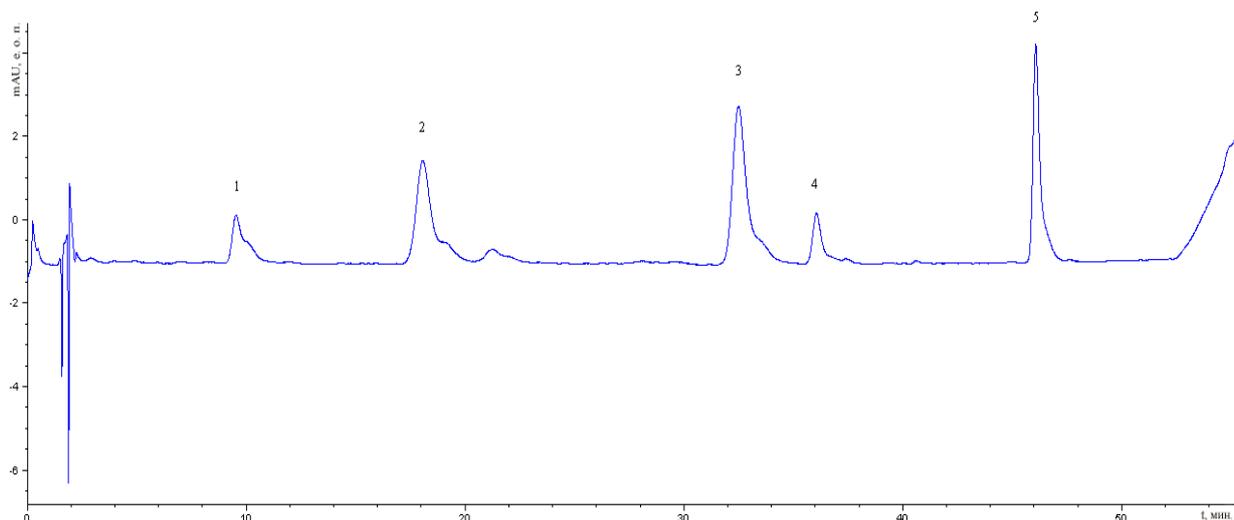
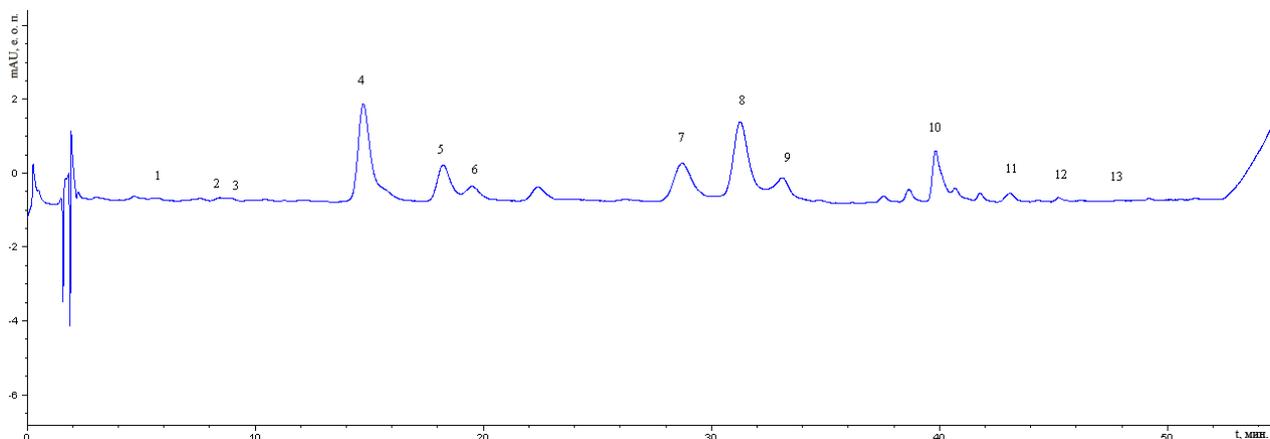


Рис. 1. Хроматограмма 70%-ного водно-этанольного экстракта из листьев растений *P. aviculare* (образец № 8, Иркутская обл.) в фазе цветения при 360 нм. Пики соответствуют соединениям: 1 – феруловая кислота; 2 – гиперозид; 3 – югланин; 4 – соединение 3; 5 – соединение 5. Остальные пики – неидентифицированные соединения

Fig. 1. Chromatogram of 70% ethanol-water extract from plant leaves *P. aviculare* (sample no. 8, Irkutsk region) in the flowering phase at 360 nm. Peaks correspond to compounds: 1 – ferulic acid; 2 – hyperoside; 3 – yuglanin; 4 – compound 3; 5 – compound 5. Remaining peaks are unidentified compounds

На рис. 2 представлена хроматограмма экстракта листьев растений из Бурятии (образец № 4). Авикулярин (3-О-арабинозид кверцетина) был первым флавоноловым гликозидом, выделенным в 1940 г. из растений *P. aviculare*, со-

бранных в Японии [17]. П.П. Хворост и Н.Ф. Комиссаренко подтвердили наличие авикулярина в растениях, произрастающих на Украине [18]. Как было уже отмечено, авикулярин выделили также авторы работ [15, 16].



**Рис. 2. Хроматограмма 70%-ного водно-этанольного экстракта из листьев растений *P. aviculare* (образец № 4, Бурятия) в фазе цветения при 360 нм. Пики соответствуют соединениям: 1 – ванилиновая кислота; 2 – ориентин; 3 – синаповая кислота; 4 – соединение 1; 5 – гиперозид; 6 – мирицетин; 7 – авикулярин; 8 – кверцитрин; 9 – югланин; 10 – кверцетин; 11 – соединение 4; 12 – соединение 5; 13 – кемпферол. Остальные пики – неидентифицированные соединения**

**Fig. 2. Chromatogram of 70% ethanol-water extract from the leaves of *P. aviculare* plants (sample no. 4, Buryatia) in the flowering phase at 360 nm. Peaks correspond to the compounds: 1 – vanillic acid; 2 – orientin; 3 – synapic acid; 4 – compound 1; 5 – hyperoside; 6 – myricetin; 7 – avikulyarin; 8 – quercitrin; 9 – yuglanin; 10 – quercetin; 11 – compound 4; 12 – compound 5; 13 – kaempferol. Remaining peaks are unidentified compounds**

В образцах из Республики Алтай и окрестностей г. Волгограда (образцы № 9, 10 соответственно) в качестве главных компонентов обнаружены кверцитрин и вещества 2 и 3. Образцы этих растений значительно отличались от остальных. Так, только у них было найдено соединение 2.

В исследованных растениях обнаружены также флавоноловые агликоны – кемпферол, мирицетин и изорамнетин, С-гликозиды флавонов – ориентин и витексин, фенолокислоты – синаповая, ванилиновая, гентизиновая, п-кумаровая, их содержание не превышало 0,5%.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методами высокоэффективной жидкостной хроматографии изучены состав и содержание

фенольных соединений в растениях полиморфного вида *P. aviculare*. В составе фенольных соединений обнаружены флавонолгликозиды – югланин, гиперозид, авикулярин, кверцитрин, агликоны кверцетин, кемпферол, мирицетин; С-гликозиды флавонов – ориентин и витексин, а также феруловая кислота и другие соединения. В семи образцах преобладают югланин (3,6 мг/г) и гиперозид (3,0 мг/г), в четырех – авикулярин (4,9 мг/г), в двух образцах главным компонентом является флавонолгликозид кверцитрин (2,2 мг/г). Обнаружена высокая биохимическая вариабельность состава и содержания фенольных соединений *P. aviculare*. Зависимости качественного состава фенольных соединений от места произрастания растений не выявлено.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цвелёв Н.Н. Сем. 56. Гречиховые – *Polygonaceae* Juss. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Л.: Наука, 1989. Т. 4. С. 25–122.
2. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 990 с.
3. Цвелёв Н.Н. О видах секции *Polygonum*

4. Попов М.Г. Флора Средней Сибири; в 2 т. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1957–1959. Т. 2, 1959. 368 с.
5. Малышев Л.И., Пешкова Г.А. Семейство *Polygonaceae* – Гречишные // Флора Централь-

ной Сибири. Т. 1. Новосибирск: Наука, 1979. С. 276–292.

6. Costea M., Tardif F.J. The biology of Canadian weeds. 131. *Polygonum aviculare* L. // Canadian Journal of Plant Science. 2005. Vol. 85. No. 2. P. 481–506.

7. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства *Magnoliaceae* – *Limoniaceae*. Л.: Наука, 1985. 460 с.

8. Растительные ресурсы России. Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 1. Семейства *Magnoliaceae* – *Juglandaceae*, *Ulmaceae*, *Moraceae*, *Cannabaceae*, *Urticaceae*. СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 424 с.

9. Высочина Г.И. Содержание суммы и некоторых основных флавоноидов в надземной части *Polygonum aviculare* L., произрастающего в Сибири // Растительные ресурсы. 1998. Т. 34. Вып. 4. С. 47–55.

10. Высочина Г.И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных. Новосибирск: Наука, 2004. 240 с.

11. Van Beek T.A. Chemical analysis of *Ginkgo biloba* leaves and extracts // Journal of Chromatography. 2002. N 967. P. 21–35.

12. Haverland F. *Polygonum aviculare* L. Der

vogelknoterich. Eine botanisch-chemisch-pharmazeutische Bearbeitung // Die pharmazie. 1963. H. 1. S. 1–92.

13. Паносян А.Г., Барикян М.Л., Григорян Р.Т., Амроян Э.А., Габриелян Э.С. Влияние флавоноидов горца птичьего на агрегацию тромбоцитов // Химико-фармацевтический журнал. 1986. Т. 20. N 2. С. 190–194.

14. Китаева М.В., Селенина Л.В. Фитохимическое изучение горца птичьего // Тезисы докладов II Республиканской конференции по медицинской ботанике. Киев, 1988. С. 255.

15. Kim H.J., Woo E.R., Park H.K. A novel lignan and flavonoids from *Polygonum aviculare* // Journal of Natural Products. 1994. Vol. 57. No. 5. P. 581–586.

16. Zhao A., Zhao Q., Lin Zh., Sun H. Chemical studies on *Polygonum aviculare* // Tianran Chanwu Yanjiu Yu Kaifa. 2002. Vol. 14. No. 5. P. 29–32.

17. Ohta T. Über ein Glykosid der *Polygonum aviculare* L. var. *buxifolium* Ledeb. // Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie. 1940. Vol. 263. Issue 3-5. P. 221–223. DOI: <https://doi.org/10.1515/bchm2.1940.263.3-5.221>.

18. Хворост П.П., Комиссаренко Н.Ф. Флавоноиды *Polygonum aviculare* // Химия природных соединений. 1980. N 6. С. 825–826.

#### REFERENCES

1. Tsvelev N.N. *Sem. 56. Buckwheat – Polygonaceae Juss.* In: Vascular plants of the Soviet Far East. Leningrad: Nauka Publ., 1989, vol. 4, pp. 25–122. (In Russian)

2. Cherepanov S.K. *Sosudistye rasteniya Rossii i sopedel'nykh gosudarstv (v predelakh byvshego SSSR)* [Vascular plants of Russia and neighboring countries (within the former USSR)]. St. Petersburg: Mir i sem'ya Publ., 1995, 990 p.

3. Tsvelev N.N. On the species of the Polygonum section of the genus *Polygonum* L. in the European part of the USSR. *Novosti sistematiki vysshikh rastenii*. 1979, vol. 15, pp. 128–142. (In Russian)

4. Popov M.G. *Flora Srednei Sibiri* [Flora of Central Siberia]. Moscow-Leningrad: USSR Academy of Sciences Publ., vol. 2, 1959, 368 p.

5. Malyshev L.I., Peshkova G.A. Family *Polygonaceae* – Buckwheat. In: Flora of Central Siberia. Novosibirsk: Nauka Publ., 1979, vol. 1, pp. 276–292. (In Russian)

6. Costea M., Tardif F.J. The biology of Canadian weeds. 131. *Polygonum aviculare* L. *Canadian Journal of Plant Science*. 2005, vol. 85, no. 2, pp. 481–506.

7. *Rastitel'nye resursy SSSR. Tsvetkovye rasteniya, ikh khimicheskii sostav, ispol'zovanie. Semeistva Magnoliaceae – Limoniaceae* [Vegetable resources of the USSR. Flowering plants, their chemical composition, use. Families of *Magnoliaceae* – *Limoniaceae*]. Leningrad: Nauka Publ., 1985, 460 p.

8. *Rastitel'nye resursy Rossii: Dikorastushchie tsvetkovye rasteniya, ikh komponentnyi sostav i*

*biologicheskaya aktivnost'. T. 1. Semeistva Magnoliaceae – Juglandaceae, Ulmaceae, Moraceae, Cannabaceae, Urticaceae* [Vegetable resources of Russia: Wild flowering plants, their component composition and biological activity. Vol. 1. Families of *Magnoliaceae* – *Juglandaceae*, *Ulmaceae*, *Moraceae*, *Cannabaceae*, *Urticaceae*]. St. Petersburg, Moscow: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK Publ., 2008, 424 p.

9. Vysochina G.I. The content of total flavonoids and some basic flavonoids in the above-ground part of *Polygonum aviculare* L., growing in Siberia. *Rastitel'nye resursy*. 1998, vol. 34, no. 4, pp. 47–55. (In Russian)

10. Vysochina G.I. *Fenol'nye soedineniya v sistematike i filogenii semeistva grechishnykh* [Phenolic compounds in the taxonomy and phylogeny of the buckwheat family]. Novosibirsk. Nauka Publ., 2004, 240 p.

11. Van Beek T.A. Chemical analysis of *Ginkgo biloba* leaves and extracts. *Journal of Chromatography*. 2002, no. 967, pp. 21–35.

12. Haverland F. *Polygonum aviculare* L. Der vogelknoterich. Eine botanisch-chemisch-pharmazeutische Bearbeitung. *Die pharmazie*. 1963, no. 1, pp. 1–92.

13. Panosyan A.G., Barikyan M.L., Grigoryan R.T., Amroyan E.A., Gabrielyan E.S. Influence of flavonoids of the mountaineer bird on platelet aggregation. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*. 1986, vol. 20, no. 2, pp. 190–194. (In Russian)

14. Kitaeva M.V., Selenina L.V. Fitokhimiches-

кое изучение горца птичьего [Phytochemical study of the mountaineer of the bird]. *Tezisy докладov II Respublikanskoj konferentsii po meditsinskoj botanike* [Proc. II Republ. Conf. on Med. Botany]. Kiev, 1988, 255 p. (In Russian)

15. Kim H.J., Woo E.R., Park H.K. A novel lignan and flavonoids from *Polygonum aviculare*. *Journal of Natural Products*. 1994, vol. 57, no. 5, pp. 581–586.

16. Zhao A., Zhao Q., Lin Zh., Sun H. Chemical

studies on *Polygonum aviculare*. *Tianran Chanwu Yanjiu Yu Kaifa*. 2002, vol. 14, no. 5, pp. 29–32.

17. Ohta T. Über ein Glykosid der *Polygonum aviculare* L. var. *buxifolium* Ledeb. *Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie*. 1940, vol. 263, issue 3-5, pp. 221–223. DOI: <https://doi.org/10.1515/bchm2.1940.263.3-5.221>.

18. Khvorost P.P., Komissarenko N.F. Flavonoids *Polygonum aviculare*. *Khimiya prirodnykh soedinenii*. 1980, no. 6, pp. 825–826. (In Russian)

#### **Критерии авторства**

Петрук А.А., Высочина Г.И. выполнили экспериментальную работу, на основании полученных результатов провели обобщение и написали рукопись. Петрук А.А., Высочина Г.И. имеют на статью равные авторские права и несут равную ответственность за плагиат.

#### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

**Петрук Анастасия Андреевна** ✉,  
к.б.н., научный сотрудник  
лаборатории фитохимии  
Центральный сибирский  
ботанический сад СО РАН  
e-mail: pet.a@mail.ru

**Высочина Галина Ивановна**,  
д.б.н., профессор, заведующая  
лабораторией фитохимии  
Центральный сибирский  
ботанический сад СО РАН  
e-mail: ysochina\_galina@mail.ru

#### **Contribution**

Anastacia A. Petruk, Galina I. Vysochina carried out the experimental work, on the basis of the results summarized the material and wrote the manuscript. Anastacia A. Petruk, Galina I. Vysochina have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

#### **Conflict of interests**

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

#### **AUTHORS' INDEX**

**Anastacia A. Petruk** ✉  
Ph.D. (Biology), Researcher  
Laboratory of Phytochemistry  
Central Siberian Botanical Garden SB RAS  
e-mail: pet.a@mail.ru

**Galina I. Vysochina**  
Dr. Sci. (Biology), Professor  
Head of Laboratory of Phytochemistry  
Central Siberian Botanical Garden SB RAS  
e-mail: vysochina\_galina@mail.ru