НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТОМСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РУССКОГО БОТАНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

Проблемы изучения растительного покрова Сибири

Труды VII Международной научной конференции,
посвященной 135-летию Гербария им. П.Н. Крылова
Томского государственного университета
и 170-летию со дня рождения П.Н. Крылова

(Томск, 28–30 сентября 2020 г.)

Томск
Издательство ТГУ
2020

Содержание фенолкарбоновых кислот и флавоноидов в листьях и соцветиях *Spiraea salicifolia* L. (Rosaceae)

В.А. Костикова^{1,2}, Т.Н. Веклич³

¹ Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия; serebryakova-va@yandex.ru

² Томский государственный университет, Томск, Россия

³ Амурский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН, Благовещенск, Россия; tbliznjuk@mail.ru

Аннотация. Исследовано содержание флавоноидов и фенолкарбоновых кислот в листьях и соцветиях *Spiraea salicifolia* L., произрастающей на территории Сибири и Дальнего Востока России. Выявлено, что концентрация фенолкарбоновых кислот в листьях (3,59–7,69 %) выше, чем в соцветиях (2,24–5,52 %) вне зависимости от мест произрастания растений. Распределение флавоноидов между листьями и соцветиями *S. salicifolia* в разных популяциях неоднозначно. В растениях одних популяций их содержание выше в листьях, в других – в соцветиях. Концентрация флавоноидов в листьях колеблется от 1,27 % до 5,48 %, в соцветиях – от 2,34 % до 6,26 %. Наибольшее содержание флавоноидов и фенолкарбоновых кислот обнаружено в растениях из Амурской обл., Республики Якутия, Республики Бурятия и Приморского края. Образцы *S. salicifolia* из Иркутской, Магаданской и Сахалинской областей, а также Хабаровского края не отличаются высокими показателями исследуемых веществ.

Ключевые слова: *Spiraea salicifolia*, флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, листья, соцветия.

Content of flavonoids and phenolcarboxylic acids in leaves and inflorescences of *Spiraea salicifolia* L. (Rosaceae)

V.A. Kostikova^{1,2}, T.N. Veklich³

¹ Central Siberian Botanical Garden, SB RAS, Novosibirsk, Russia; serebryakova-va@yandex.ru

² Tomsk State University, Tomsk, Russia

³ Amur Branch of Botanical Garden-Institute, FEB RAS, Blagoveshchensk, Russia; tbliznjuk@mail.ru

Abstract. Comparative analysis of the content of the main groups of phenolic compounds (flavonoids and phenolic acids) was performed for the overground part of *Spiraea salicifolia* L. from natural habitats in Siberia and the Russian Far East. Populations of plants with the highest content of phenolic compounds were determined to reveal the potential of their use. It was found that the content of phenolcarboxylic acids in leaves (3,59–7,69 %) is higher than that in inflorescences (2,24–5,52 %), regardless of habitat. The distribution of flavonoids between leaves and inflorescences of *S. salicifolia* is ambiguous. The content of flavonoids ranges from 1,27 % to 5,48 % in leaves, and from 2,34 % to 6,26 % in inflorescences. The highest content of flavonoids and phenolcarboxylic acids was found in plants from Amur region, the Republic of Yakutia, the Republic of Buryatia and the Primorsky Territory. The content of the investigated substances is not high in samples of *S. salicifolia* from Irkutsk region, Sakhalin region, Khabarovsk region and Magadan region.

Key words: *Spiraea salicifolia*, flavonoids, phenolcarboxylic acids, leaves, inflorescences.

Spiraea salicifolia L. (спирея иволистная) – кустарник до 2 м высотой с прямыми светло-коричневыми побегами. Листья очерёдно расположенные, ланцетные, по краю пильчатые. Цветки розовые, собраны в плотные удлинённые метёлки, вертикально стоящие на концах ветвей. Растёт на сыроватых лесных прогалинах, кочковатых лугах, по берегам рек практически по всей территории России. Почти всегда образует заросли (Якубов, 1996).

В органах *S. salicifolia* обнаружены фенолкарбоновые кислоты и их производные, флавоноиды, дубильные вещества, кумарины, лигнаны, терпеноиды (Растительные..., 1987, Серебрякова и др., 2010, Olennikov, Kashchenko, 2017, Sun et al., 2019). В связи с наличием в *S. salicifolia* разнообразных биологически активных соединений она широко применяется в народной медицине. Корни, кора, листья используются в тибетской медицине при желудочно-кишечных заболеваниях, ревматизме, гельминтозах, гинекологических заболеваниях, ветви – в Восточной Сибири при диарее, листья – в монгольской медицине при укусах змей. Обнаружена антибактериальная активность ветвей (Растительные..., 1987). Экстракты из *S. salicifolia* ингибируют λ -глюкозидазу (Кашенко и др., 2017). Из побегов *S. salicifolia* разработан способ получения экстракта сухого, обладающего противовоспалительной, мочегонной и антиоксидантной активностью (Мирович и др., 2015).

Цель настоящей работы – сравнительное изучение содержания основных групп фенольных соединений в растениях *S. salicifolia*, собранных в природных ценопопуляциях Азиатской России.

Содержание флавоноидов и фенолкарбоновых кислот в листьях растений спиреи иволистной определяли на материале, собранном в июне – августе 2009 – 2019 гг. в двадцати четырёх природных ценопопуляциях на территории Иркутской обл. (Иркутский р-н), Респ. Бурятия (Кабанский р-н), Забайкальского кр. (Карымский, Тунгокоченский и Калгинский р-ны), Респ. Якутии (Нерюнгринский,

Тункинский, Алданский р-ны, Мегино-Кангаласский улус), Амурской обл. (Тындинский, Благовещенский, Бурейский, Сковородинский, Магдагачинский, Селемджинский и Зейский р-ны), Магаданской обл. (Ольский р-н), Хабаровского кр. (Тугуро-Чумиканский р-н), Приморского кр. (Спасский, Кировский и Уссурийский р-ны), Сахалинской обл. (Городской округ «г. Южно-Сахалинск», Южно-Курильский р-н).

Общее содержание фенолкарбоновых кислот определяли спектрофотометрическим методом при длине волны 490 нм, используя реактив Арнова (Gawron-Gzella et al., 2012). Результаты выражали в эквивалентах кофейной кислоты (≥ 99 %, «Sigma»). Количественное определение флавоноидов проводили спектрофотометрическим методом при длине волны 415 нм, используя реакцию комплексообразования флавоноидов с хлоридом алюминия (Brighente et al., 2007). Общее содержание флавоноидов выражали в эквивалентах рутина (≥ 99 %, «Chemapol»).

Данные о содержании фенольных соединений в листьях растений рода *Spiraea* свидетельствуют о том, что концентрация фенолкарбоновых кислот в листьях (3,59–7,69 %) в 1,1–3,3 раза выше, чем в соцветиях (2,24–5,52 %) (рис. 1А). Наибольшее содержание фенольных кислот (> 7 %) в листьях спиреи иволистной выявлено в популяциях из Респ. Бурятия (Кабанский р-н), Приморского кр. (Кировский р-н), Респ. Якутия (Нерюнгринский р-н) и Амурской обл. (Сковородинский и Селемджинский р-ны). Для листьев растений из Респ. Якутия (от 3,91 % до 7,15 %) и Амурской обл. (от 4,95 % до 7,59 %) характерна наибольшая амплитуда изменчивости фенолкарбоновых кислот.

Наибольшая концентрация фенолкарбоновых кислот (>4 %) в соцветиях спиреи обнаружена в растениях из Амурской обл. (Благовещенский р-н), Приморского края (Спасский р-н), Респ. Якутия (Нерюнгринский р-н), Респ. Бурятия (Тункинский р-н) и Хабаровского края (Тугуро-Чумиканский р-н) (рис. 1Б). В соцветиях растений из Респ. Якутия (от 2,71 % до 4,88 %), Амурской обл. (от 2,60 % до 5,52 %) и Приморского кр. (от 2,24 % до 5,32 %) выявлена и наибольшая амплитуда колебания концентрации фенолкарбоновых кислот. В образцах *S. salicifolia* из Иркутской, Магаданской, Сахалинской обл. и Забайкальского кр. содержание фенольных кислот в листьях и соцветиях существенно ниже.

Рис. 1. Содержание суммы фенолкарбоновых кислот в листьях (А) и соцветиях (Б) *S. salicifolia*
Условные обозначения: 1 – Иркутская обл.; 2 – Респ. Бурятия; 3 – Забайкальский кр.; 4 – Респ. Якутия; 5 – Амурская обл.; 6 – Магаданская обл.; 7 – Хабаровский кр.; 8 – Приморский кр.; 9 – О-в Шикотан; 10 – о-в Сахалин

Анализ содержания флавоноидов в органах *S. salicifolia* показал, что их распределение между листьями и соцветиями *S. salicifolia* в разных популяциях неоднозначно. В растениях одних популяций их содержание выше в листьях, в других – в соцветиях. Содержание флавоноидов в листьях колеблется от 1,27 % до 5,48 %, в соцветиях – от 2,34 % до 6,26 %.

Наибольшая концентрация флавоноидов (>4 %) в листьях выявлена в растениях из Респ. Якутия (Нерюнгринский и Алданский р-ны), Забайкальского кр. (Тунгокоченский и Карымский р-ны), Респ. Бурятия (Тункинский и Кabanский р-ны), Амурской обл. (Благовещенский, Сковородинский и Селемджинский р-ны), Хабаровского кр. (Тугуро-Чумиканский р-н) и Приморского кр. (Спасский и Кировский р-ны) (рис. 2А). Растения из остальных регионов содержат менее 4 % флавоноидов в листьях. Наибольшей амплитудой колебания флавоноидов в листьях отличаются растения *S. salicifolia* из Респ. Якутия (от 1,27 % до 5,48 %).

В соцветиях максимумы содержания флавоноидов (>5 %) отмечены в растениях, произрастающих в Респ. Якутия (Алданский р-н), Респ. Бурятия (Тункинский и Кабанский р-ны), Амурской обл. (Магдагачинский р-н), Приморском кр. (Спасский р-н), Иркутской обл. (Иркутский р-н) и Забайкальском кр. (Тунгокоченский р-н) (рис. 2Б). Невысокое содержание флавоноидов в листьях и соцветиях, также как и фенолкарбоновых кислот, выявлено в популяциях спиреи из Магаданской и Сахалинской обл. Наибольшей амплитудой изменчивости флавоноидов в соцветиях выделяются растения из Амурской обл. (от 2,34 % до 5,67 %) и Приморского кр. (от 2,46 % до 6,01 %).

Рис. 2. Содержание флавоноидов в листьях (А) и соцветиях (Б) *S. salicifolia*

По оси абсцисс – номера популяций, по оси ординат – содержание фенольных соединений, %. Условные обозначения: 1 – Иркутская обл.; 2 – Респ. Бурятия; 3 – Забайкальский кр.; 4 – Респ. Якутия; 5 – Амурская обл.; 6 – Магаданская обл.; 7 – Хабаровский кр.; 8 – Приморский кр.; 9 – о-в Шикотан; 10 – о-в Сахалин

Таким образом, выявлены популяции *S. salicifolia* с наибольшим содержанием основных групп фенольных соединений с целью их дальнейшего использования. Содержание флавоноидов и фенолкарбоновых кислот в листьях и соцветиях выше в растениях из Амурской обл., Респ. Якутия, Респ. Бурятия и Приморского кр. Растения из Иркутской, Сахалинской и Магаданской обл., а также Хабаровского кр. не отличаются высокими показателями исследуемых веществ.

Работа выполнена в рамках государственного задания ЦСБС СО РАН (проект № АААА-А17-117012610051-5), Программы повышения конкурентоспособности ТГУ (проект № 8.1.27.2020), а также при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых учёных – кандидатов наук (проект № МК-1045.2020.4).

ЛИТЕРАТУРА

- Кащенко Н.И., Чирикова Н.К., Оленников Д.Н. Ацилированные флавоноиды рода *Spiraea* как ингибиторы α -амилазы // Химия растительного сырья, 2017. № 4. С. 81–90. <https://doi.org/10.14258/jcrpm.2017042144>
- Мирович В.М., Кривошеев И.М., Гордеева В.В., Цыренжапов, А.В. РФ патент № 2542 493. Способ получения средства, обладающего противовоспалительной, мочегонной и антиоксидантной активностью. 2015.
- Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Hydraginaceae – Haloragaceae. Л.: Наука, 1987. С. 99–101.
- Серебрякова В.А., Карпова Е.А., Высочина Г.И., Полякова Т.А. Содержание фенольных соединений в растениях *Spiraea salicifolia* L. Дальнего Востока // Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии: материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвящённой памяти Л.В. Бардунова. Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2010. С. 762–765.
- Якубов В.В. Род Таволга – *Spiraea* L. // Сосудистые растения Советского Дальнего Востока. СПб.: Наука, 1996. Т. 8. С. 130–136.
- Brighente I.M.C., Dias M., Verdi L.G., Pizzolatti M.G. Antioxidant activity and total phenolic content of some Brazilian species // Pharmaceutical Biology. 2007. Vol. 45, Iss. 2. P. 156–161. <https://doi.org/10.1080/13880200601113131>
- Gawron-Gzella A., Dudek-Makuch M., Matlawska I. DPPH radical scavenging activity and phenolic compound content in different leaf extracts from selected blackberry species // Acta Biologica Cracoviensia. Series Botanica. 2012. Vol. 54, Iss. 2. P. 32–38. <https://doi.org/10.2478/v10182-012-0017-8>
- Olennikov D.N., Kashchenko N.I. Spireasalicin, a new acylated quercetin glycoside from *Spiraea salicifolia* // Chem. Nat. Compd. 2017. Vol. 53, Iss. 6. P. 1038–1044. <https://doi.org/10.1007/s10600-017-2197-7>
- Sun S., Liu Y., Liu X., Zhang S., Wang W., Wang R., Hou Y., Wang W. Neolignan glycosides from *Spiraea salicifolia* and their inhibitory activity on pro-inflammatory cytokine interleukin-6 production in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 cells // Nat. Prod. Res. 2019. Vol. 33, Iss. 22. P. 3215–3222. <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1468329>