

белладонне // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: материалы X Международного симпозиума. – Пущино, 2013. – С. 243-246.

10. Пушкина Г.П., Бушковская Л.М., Сидельников Н.И. Роль регуляторов роста и микроудобрений в адаптации лекарственных культур к абиотическим и биотическим стрессам. // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2012. – № 7. – С. 14-18

11. Пушкина Г.П., Бушковская Л.М., Тхаганов Р.Р., Сидельников А.Н. Применение универсального регулятора роста "ДваУ" при вегетативном размножении лекарственных культур. // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2015. – № 5. – С. 26-30.

12. ГОСТ 34221-2017 «Семена лекарственных и ароматических культур. Сортовые и посевные качества. Технические условия». (Взамен ГОСТ Р 51096-97 «Семена лекарственных и ароматических культур. Сортовые и посевные качества. Технические условия»). Введен 01.01.2019. – 23 с.

*Статья поступила в редакцию 26.02.2019 г.*

**Khazieva F.M., Savchenko O.M. The use of root formers agents for vegetative reproduction of belladonna** // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2020. – № 134. – P. 54-61.

For the first time the article presents data on the development of methods of vegetative reproduction of belladonna (division of rhizomes and green cuttings) to improve the efficiency of planting material. The method of optimization the breeding work will allow to receive homogeneous material of perspective samples of belladonna. Rooting of belladonna as a result of the use of growth regulators-rooters was: Zircon – 63%, Kornevin – 93%. When using a binary mixture of preparations Zircon and Kornevin rooting increased by 27% compared to the control. Survival of root cuttings of belladonna in the field in single-bud plants after treatment with Kornevin exceeded the control by 17%. The use of the root-forming agent "DvaU" is promising for vegetative reproduction of belladonna, since this drug provided almost 100% survival rate of plants and contributed to the strengthening of growth processes in the initial periods of plant growth.

**Key words:** *belladonna; Atropa belladonna L.; green cuttings; rhizomes; clonists; root former agents*

УДК 582.639.3-145:547.8(470.13)

DOI: 10.36305/0513-1634-2020-134-61-67

## О СОДЕРЖАНИИ ФЛАВОНОЛОВ В ЛИСТЬЯХ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ *SPIRAEA* НА СЕВЕРЕ (РЕСПУБЛИКА КОМИ)

**Анна Николаевна Смирнова, Василий Витальевич Пунегов,  
Клавдия Степановна Зайнуллина**

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар  
167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28  
E-mail: smirnova@ib.komisc.ru

Впервые определено содержание флавонолов в листьях растений *Spiraea*, интродуцированных в Ботаническом саду, и в листьях дикорастущего образца местного вида *Spiraea media*, в условиях Севера (Республика Коми). Суммарное содержание флавонолов по видам спиреи варьирует от 1,8% до 5,7%. Широко распространенный евроазиатский вид *Spiraea media* имеет высокие показатели содержания флавонолов – от 4,8 до 5,1% у интродуцированного образца и ниже у природного – 3,5%. Виды спиреи могут быть перспективным сырьевым источником флавонолов.

**Ключевые слова:** *Spiraea; интродукция; флавонолы; спектрофотометрия; Республика Коми*

### Введение

Изучение видов природной флоры, применяемых в народной медицине, может стать одним из способов выявления потенциала лекарственных растений. Исследование биохимического разнообразия растений позволяет оценить их перспективность как продуцентов биологически активных соединений, а также дополняет сведения об их систематике [2, 3, 5]. Особую ценность представляют растения с высоким содержанием флавоноидов как источников лекарственных препаратов широкого спектра действия [9]. Широко распространенной группой флавоноидов являются флавонолы [8].

Род *Spiraea* L. (спирея) относится к семейству *Rosaceae* Juss., подсемейству *Spireoideae* Agardh. и включает 80-100 видов [2, 14]. На территории России в естественных условиях произрастает 22 вида, в Республике Коми – один – спирея средняя *Spiraea media*. Растения рода *Spiraea* ценятся за неприхотливость, высокие декоративные качества и другие полезные свойства. В дендрарии Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН собрана коллекция родового комплекса *Spiraea* L. из более 40 таксонов рода, привлеченных в интродукцию в разные годы.

Виды рода *Spiraea* L. представляют интерес и как медоносные, кормовые, почвоукрепляющие растения, а также как используемые в народной медицине и имеющие лечебное действие [4]. По литературным данным, в органах растений рода *Spiraea* представлены основные группы вторичных метаболитов: флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, алкалоиды, кумарины, терпеноиды, гликозиды и эфирные масла [4, 6, 11]. Экстракты из растений рода *Spiraea* проявляют антиоксидантную, противовирусную, противовоспалительную и другие виды биологической активности [8, 10]. Наиболее полно в биохимическом отношении изучены широко распространенные виды – *Spiraea media* Franz Schmidt и *Spiraea salicifolia* L. В листьях и соцветиях этих видов спирей найдены флавоноиды и фенолкарбоновые кислоты [5, 12]; флавонолы определяются как гликозиды кверцетина, кемпферола и рутина [8].

Сведения о содержании флавонолов в растениях видов *Spiraea* на территории европейского Северо-Востока отсутствуют. Цель данной работы – определение количественного содержания суммы флавонолов в листьях растений девяти видов рода *Spiraea* из трех различных секций в условиях Севера.

### Объекты и методы исследования

Исследования проводили в дендрарии Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН (ИБ Коми НЦ УрО РАН), расположенном в среднетаежной подзоне Республики Коми. Ботанический сад находится в 8 км от г. Сыктывкара, вблизи с. Вьльгорт (61°37' с.ш. 50°45' в.д.). Климат умеренно континентальный, с продолжительной холодной зимой и коротким относительно теплым летом. Многолетняя среднегодовая температура на широте г. Сыктывкара составляет +0,5 °С. Средняя температура июля +16,6°С. Продолжительность вегетационного периода с температурой выше +5°С – 150 дней, сумма температур за этот период равна 1900°С. Сумма осадков за год составляет 500 – 550 мм, в теплый период 350 – 400 мм. Период с отрицательными температурами воздуха длится 160 – 170 дней. Средняя температура января составляет -15,1°С [7]. В 2017 г. май и июнь были холоднее нормы на 1 – 2°С, июль и август – теплее на 2 – 3°С, количество осадков по месяцам и за весь вегетационный сезон (475 мм) превышало норму. В 2018г. среднемесячная температура с мая по сентябрь была выше нормы; количество осадков превышало норму в мае, июне и июле, а в целом за сезон оказалось близким к норме.

Объекты исследования – культивируемые в дендрарии растения и один образец местной флоры девяти видов *Spiraea*. Названия видов приведены по С.К. Черепанову [14]. Описания видов в тексте приведены по секциям [15], в пределах каждой секции –

латинские названия даны по алфавиту. Все изученные виды представлены многолетними экземплярами генеративного возраста (табл. 1).

Растительный материал (листья) для анализа собирали в 2017 и 2018 гг. Листья срезали с молодых облиственных побегов (с одних и тех же кустов в оба сезона) в сухую погоду, сушили под навесом в тени. Образцы для биохимического исследования были собраны в фазу массового цветения. Для сравнительного изучения в 2018 г. проанализировали также листья растений местного вида *Spiraea media* (см. табл. 1), собранные в фазе массового цветения в природной популяции – Усть-Куломский район Республики Коми, левый берег верхнего течения реки Вычегда, примерно в 250 км к северо-востоку от г. Сыктывкара (62°04' с.ш. 54°17' в.д.). Местообитание растений – ельник чернично-зеленомошный, растения *Spiraea media* встречаются единично, преимущественно на опушке леса, кусты высотой до 0,8 м, генеративного состояния, возобновление вегетативное.

Количественное определение содержания флавонолов осуществляли спектрофотометрическим методом. Анализы выполнены на спектрофотометре UV 1700 Shimadzu Ind. Ink. (Япония) по методике Беликова с соавторами [1], адаптированной для применения указанного прибора. Методика предусматривает получение комплексов флавонолов с трихлоридом алюминия и фотометрию при длине волны 415 нм в водно-спиртовой среде с подкислением уксусной кислотой. Применяли метод ускоренной микроволновой экстракции флавонолов из растительной пробы. Количество флавонолов в пробе рассчитывали по калибровочному графику, построенному по рутину. В качестве рабочего стандартного образца (PCO) был использован тригидрат рутина Сычуанской фармацевтической компании (Сели ЛТД, Китай).

Биохимические показатели рассчитаны на массу абсолютно сухого сырья, фитохимические опыты проведены в трехкратной повторности. Полученные результаты обработаны статистически с использованием программы MS Excel. Данные анализа достоверны: при доверительном коэффициенте  $t \geq 2$  достоверность  $P_t = 95\%$  и показатель точности опыта  $p < 0,05$ .

Таблица 1

Происхождение образцов видов рода *Spiraea*

Название вида	Природный ареал	Происхождение исходного образца
1	2	3
Секция <i>Chamaedryon</i> Ser.		
<i>Spiraea chamaedryfolia</i> L. спирея дубровколистная	Европейская часть, Сибирь, Средняя Азия, Дальний Восток	1939 г., Липецк (семена)
<i>S. media</i> Franz Schmidt с. средняя (образец 1)	Европейская часть (в т.ч. Республика Коми), Сибирь, Средняя Азия, Дальний Восток	1938 г., местная флора, Сыктывдинский район Республики Коми (саженцы)
<i>S. media</i> Franz Schmidt с. средняя (образец 2)	«—»	2008 г., местная флора, Интинский район Республики Коми (саженцы)
<i>S. media</i> Franz Schmidt с. средняя (образец 3)	«—»	Природная популяция, Усть- Куломский район Республики Коми*
<i>S. trilobata</i> L. с. трехлопастная	Сибирь, Восточная Азия	1975 г., Москва (семена)
Секция <i>Calospira</i> C. Koch.		
<i>S. beauverdiana</i> Schneid. с. Бовера	Восточная Сибирь, Дальний Восток, Япония, Китай, Северная Америка	1975 г., Архангельск (семена)

Продолжение таблицы 1

1	2	3
<i>S. betulifolia</i> Pall. с. березолистная	Восточная Сибирь, Дальний Восток, Япония, Китай	1960 г., Ленинград (семена)
<i>S. corymbosa</i> Raf. с. щитконосная	Северная Америка	1975 г., Москва (семена)
Секция <i>Spiraria</i> Ser.		
<i>S. humilis</i> A. Pjark. с. низкая	Восточная Сибирь, Дальний Восток, Сахалин	1975 г., Архангельск (семена)
<i>S. latifolia</i> (Ait.) Borkh. с. широколистная	Северная Америка	1975 г., Архангельск (семена)
<i>S. salicifolia</i> L. с. иволистная	Средняя Европа, Сибирь, Дальний Восток, Монголия, Китай, Япония, Корея, Северная Америка	1978 г., Рига (семена)

Примечание: знаком \* отмечен дикорастущий образец из местной флоры *S. media*

### Результаты и обсуждение

В наших работах ранее подробно описаны результаты изучения биоморфологических показателей и ритмов сезонного развития интродуцентов девяти видов *Spiraea* в дендрарии Ботанического сада [13].

Виды секции *Chamaedryon* зацветают в дендрарии первыми, начиная с *S. media* – 31.05, *S. chamaedryfolia* – 09.06, и заканчивая *S. trilobata* – 20.06. Период цветения видов этой секции непродолжительный: короткое цветение – 13 дней у *S. media*, у *S. chamaedryfolia* 18 дней, более продолжительное и обильное – 19 дней у *S. trilobata*. Виды секции *Calospora* зацветают в среднем 20.06 – 22.06, период цветения составляет от 20 дней у *S. betulifolia*, 24 дня у *S. corymbosa*, до 26 дней у *S. beauverdiana*. Растения секции *Spiraria* зацветают позже других: в среднем по годам 06.07 *S. humilis*, 09.07 *S. salicifolia*, 14.07 *S. latifolia*. Период цветения *S. humilis* 41 день, *S. salicifolia* 40 дней, *S. latifolia* цветет в течение 45 дней. Плодоношение растений девяти видов *Spiraea* ежегодное с образованием всхожих семян.

Вегетация начинается раньше других у *Spiraea chamaedryfolia*, *S. humilis* и аборигенного вида *S. media* – 10.05 – 12.05, с началом вегетации большинства местных видов. Завершается вегетация в среднем 30.09 – 02.10. Период вегетации изученных видов составляет от 126 дней у местного вида *S. media* до 145 дней у североамериканского вида *S. latifolia*, и соответствует продолжительности вегетационного периода в пункте интродукции.

Во всех образцах девяти видов растений *Spiraea* обнаружены флавонолы с различным суммарным содержанием. Содержание флавонолов в листьях растений в 2017 г. варьировало от 1,8% у *S. corymbosa* до 5,7% у *S. trilobata*, в 2018 г. от 2,2% у *S. betulifolia* до 4,8% у *S. media* (табл.2). Существенных закономерностей по количественному содержанию флавонолов за два разных года не выявлено.

Таблица 2

### Суммарное содержание флавонолов в листьях разных видов *Spiraea*

Название вида	Суммарное содержание флавонолов, М, % от массы сухого сырья (фаза цветения)	
	2017 г.	2018 г.
1	2	3
Секция <i>Chamaedryon</i>		
<i>Spiraea chamaedryfolia</i>	3,53±0,07	3,06±0,10
<i>S. media</i> (образец 1)	5,07±0,13	4,78±0,03
<i>S. media</i> (образец 2)	4,47±0,29	
<i>S. media</i> (образец 3)		3,45±0,13

Продолжение таблицы 2

1	2	3
<i>S. trilobata</i>	5,73±0,27	
Секция <i>Calospira</i>		
<i>S. beauverdiana</i>	2,66±0,21	4,14±0,34
<i>S. betulifolia</i>	2,24±0,02	2,23±0,02
<i>S. corymbosa</i>	1,83±0,30	3,92±0,90
Секция <i>Spiraria</i>		
<i>S. humilis</i>	2,64±0,28	3,03±0,01
<i>S. latifolia</i>	4,69±0,15	3,39±0,03
<i>S. salicifolia</i>	3,40±0,20	2,82±0,09

Примечания:

М – среднее значение по пробам; «±» – среднеквадратическое отклонение Б; пустые ячейки означают отсутствие данных

Считается, что на накопление флавонолов в растениях оказывают влияние факторы внешней среды. Вероятно, низкомолекулярные соединения имеют значение в адаптивных реакциях видов, и повышенное их содержание в растениях увеличивает конкурентоспособность и облегчает адаптацию вида к условиям окружающей среды [6]. Широко распространенный евроазиатский вид *Spiraea media* имеет сравнительно высокие показатели содержания флавонолов – у образца 1 4,8 – 5,1% по годам, у образца 2 – 4,5%. При этом, существенных различий между образцами *S. media* разного возраста, интродуцированными из разных районов республики, не выявлено.

По литературным данным, общее содержание флавонолов в дальневосточных спиреях достигает 3,9% в соцветиях и 2,5% – в листьях, и наиболее высокое содержание флавонолов в листьях характерно также для растений *S. media* [8, 9]. В то же время в нашем исследовании содержание флавонолов в листьях природного образца 3 *S. media* по сравнению с интродуцированными образцами достоверно ниже ( $p < 0,05$ ). В работе Е.А. Карповой с соавторами [5] также отмечено, что содержание флавоноидов в листьях растений интродукционных популяций превышает аналогичные показатели природных популяций.

В листьях растений видов секции *Chamaedrion* содержание флавонолов составило 3,5 – 5,7%, видов секции *Calospira* – 1,8 – 4,1%, а видов секции *Spiraria* – от 2,6 до 4,7%. Таким образом, для видов секции *Chamaedrion* в целом характерно более высокое содержание флавонолов ( $M > 3\%$  при  $p < 0,05$ ) по сравнению с видами двух других секций, с относительным постоянством содержания их по годам для интродуцентов *S. chamaedryfolia* и *S. media*.

### Заключение

Впервые определено количественное содержание суммы флавонолов в листьях растений-интродуцентов *Spiraea* и природного образца *S. media* в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми. В результате проведенных исследований во всех образцах выявлено значительное содержание флавонолов – суммарное их содержание в листьях варьирует в пределах от 1,8% до 5,7% в зависимости от вида.

Наиболее высоким содержанием флавонолов в целом характеризуются представители секции *Chamaedrion*, среди видов – *Spiraea trilobata* и *S. media*. Содержание флавонолов в листьях природного образца *Spiraea media* (3,5%) ниже по сравнению с интродуцированными образцами (5,1%).

Таким образом, изученные виды *Spiraea* L. характеризуется высокими показателями содержания флавонолов в листьях, что указывает на перспективность изучения их как новых источников растительных лекарственных средств.

### Благодарности

Выражаем благодарность инженеру отдела Ботанический сад ИБ Коми НЦ К.В. Чуча за помощь в проведении биохимического анализа.

Исследования выполнены в рамках государственного задания по теме «Закономерности процессов репродукции ресурсных растений в культуре на европейском Северо-Востоке» (№ АААА-А17-117122090004-9) на базе УНУ «Научная коллекция живых растений» Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН, регистрационный № 507428.

### Список литературы

1. Беликов В.В., Точкова Т.В., Шатунова Л.В., Колесник Н.Т., Баяндина И.И. Количественное определение основных действующих веществ у видов *Hypericum* L. // Растительные ресурсы. – 1990. – Т. 26, вып. 4. – С. 571 – 578.
2. Бонюк З.Г. Таволги (*Spiraea* L.). – Київ: ВПЦ Київський университет, 2008. – 248 с.
3. Высочина Г.И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных. – Новосибирск: Наука, 2004. – 240 с.
4. Дикорастущие полезные растения России / Отв. ред. А.Л. Буданцев, Е.Е. Лесиовская. – СПб.: Изд-во СПХФА, 2001. – 663 с.
5. Карпова Е.А., Серебрякова В.А., Высочина Г.И. Фенольные соединения некоторых видов рода *Spiraea* L. // Вестник НГУ. Серия: Биология, клиническая медицина. – 2011. – Т. 9., вып. 1. – С. 51 – 57.
6. Карпова Е.А., Полякова Т.А. Фенольные соединения *Spiraea* L. из природных и интродукционных популяций Азиатской России // Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты: Материалы докладов VIII Международного симпозиума (Москва, 2-5 октября 2012 г.). – М.: ИФР РАН; РУДН, 2012. – С. 304 – 309.
7. Климат Сыктывкара / Под ред. Ц.А. Швер. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 192 с.
8. Костикова В.А. Спиреи (*Spiraea* L.) Дальнего Востока России: изменчивость хемотаксономия, использование: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.02.01, 03.01.05 / Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Амурский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН. – Новосибирск, 2012. – 24 с.
9. Костикова В.А. Индивидуальная изменчивость содержания флавонолов у растений рода *Spiraea* L. // Биологически активные вещества и материалы: фундаментальные и прикладные вопросы получения и применения: материалы IV международной междисциплинарной конференции (Новый свет, Украина, 27 мая – 01 июня 2013 г.). – Киев: Изд-во В.С. Мартынюк, 2013. – Т. 1. – С. 207 – 208.
10. Кривошеев И.М. Фармакогностическое исследование спиреи иволистной (*Spiraea salicifolia* L.), произрастающей в Восточной Сибири: Автореф. дисс. ... канд. фарм. наук: 14.04.02 / Иркутский государственный медицинский университет. – Улан-Удэ, 2014. – 21 с.
11. Растительные ресурсы России и сопредельных государств (в 2-х частях). – М.: Мир и семья, 1996. Ч.1 – С. 213.
12. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства *Hydraginaceae*–*Haloragaceae*. – Л.: Наука, 1987. – С. 99 – 101.
13. Смирнова А.Н., Зайнуллина К.С. Биоморфологическая характеристика некоторых видов рода *Spiraea* L. в культуре на европейском северо-востоке (Республика Коми) // Известия Коми НЦ УрО РАН. – 2017. – № 1(29). – С. 28 – 35.
14. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. –

СПб: Мир и семья, 1995. – 992 с.

15. Шульгина В.В. Род Таволга – *Spiraea* L. // Деревья и кустарники СССР / Под ред. С.Я. Соколова. Т. 3. – М. – Л.: Издательство АН СССР, 1954. – С. 286 – 332.

Статья поступила в редакцию 10.04.2019 г.

Smirnova A.N., Punegov V.V., Zainullina K.S. About the content of flavonols in leaves of some species of *Spiraea* in the North (Republic of Komi) // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2020. – № 134. – P. 61-67.

For the first time the content of flavonols in the leaves of *Spiraea* plants introduced in the Botanical garden and in the leaves of one sample of the wild species *Spiraea media* in the North (Komi Republic) was determined. The total content of flavonols among the species of *Spiraea* varies from 1.8% to 5.7%. The widespread Eurasian species of *Spiraea media* has high flavonols content – from 4.8 to 5.1% in the introduced sample and lower in the local sample – 3.5%. *Spiraea* species can be a raw source of flavonols.

**Key words:** *Spiraea*; introduction; flavonols; spectrophotometry; Republic of Komi

УДК 581.466:58.087

DOI: 10.36305/0513-1634-2020-134-67-72

## КОМПЛЕКСЫ СВЯЗАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИЗНАКОВ ОРГАНОВ *BETONICA OFFICINALIS* L. КАК МАРКЕРЫ ДЛЯ ПОИСКА РАСТЕНИЙ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ДУБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

Виталий Владимирович Мориллов<sup>1</sup>, Сергей Иосифович Неуймин<sup>1</sup>,  
Симха Иделевич Кацман<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ботанический сад Уральского отделения РАН  
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202а  
E-mail: sergneu@mail.ru; morilov@eka-net.ru

<sup>2</sup>ФГАУ ВПО УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19  
E-mail: simha.katsman@mail.ru

Проанализирована изменчивость комплексов связанных элементов морфологических признаков соцветий и содержание дубильных веществ у растений *Betonica officinalis* L. (буквица лекарственная) на территории Южного и Среднего Урала. Установлено, что на Южном и Среднем Урале изменчивость морфологических и биохимических признаков *Betonica officinalis* L. имеет согласованный зональный характер. Показано, что на основе анализа комплекса связанных элементов признаков соцветий у буквицы лекарственной в природных популяциях можно прогнозировать содержание дубильных веществ.

**Ключевые слова:** буквица лекарственная; морфологический признак; дубильные вещества; изменчивость; Южный Урал; Средний Урал

### Введение

Традиционным и очень популярным направлением ботанических исследований является изучение внутривидовой изменчивости на основе статистического анализа результатов измерений количественных признаков вегетативных и репродуктивных органов растений. Однако достаточно редко при этом исследуется изменчивость сочетаний признаков, в том числе субпризнаков отдельно взятого органа. Следует также отметить, что внутривидовая изменчивость многих видов до сих пор изучена крайне слабо. Среди травянистых растений одним из таких малоизученных видов является буквица лекарственная (*Betonica officinalis* L.) (*Stachys officinalis* (L.) Trevis.).