

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ У *PENTAPHYLLOIDES FRUTICOSA* ПРИ ИНТРОДУКЦИИ И В ПРИРОДЕ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ

© 2020

Мифтахова С.А.

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН (г. Сыктывкар, Российская Федерация)

**Аннотация.** В статье представлены результаты изучения содержания флавоноидов *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz в условиях культуры и дикорастущих образцах на европейском Севере. На территории Республики Коми *P. fruticosa* требует природоохранных мероприятий. Вид используется как декоративное, лекарственное, пищевое, медоносное и кормовое растение. При определении пула флавоноидов вегетативных частей однолетних побегов в фазе цветения выявили, что у дикорастущих образцов они были достоверно выше, чем у интродукционных. Это дает основание полагать, что географические условия выращивания оказывают влияние на сумму флавоноидов. Отличий в сумме флавоноидов в цветках между дикорастущими и интродукционными образцами достоверных отличий не выявили. В фазе облиствения и в фазе цветения между интродукционными образцами достоверных отличий не выявили. В фазе массового плодоношения сумма флавоноидов была достоверно выше у образца № 1, что обусловлено их различным эколого-географическим происхождением. Является целесообразным введение в культуру данных природных образцов, произрастающих в самом северном местонахождении в Европе, которые могут быть перспективным сырьевым источником флавоноидов, и дальнейшего их изучения в новых условиях произрастания.

**Ключевые слова:** сумма флавоноидов; *Pentaphylloides fruticosa*; Rosaceae; интродукция; редкое реликтовое растение; Красная Книга Республики Коми; природные образцы; адаптация растений; лекарственное растение.

## INFLUENCE OF GROWING CONDITIONS ON THE CONTENT OF *PENTAPHYLLOIDES FRUTICOSA* FLAVONIDS DURING INTRODUCTION AND IN NATURE IN THE EUROPEAN NORTH

© 2020

Miftakhova S.A.

Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences  
(Syktyvkar, Russian Federation)

**Abstract.** The paper studies the content of culture and wild samples of flavonoids *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz in the European North. On the territory of the Komi Republic *P. fruticosa* requires conservation measures. The species is used as an ornamental, medicinal, food, honey and forage plant. When determining the pool of flavonoids of vegetative parts of one-year shoots in the flowering phase, it was found that they were significantly higher in wild samples than in introduced ones. This suggests that geographical growing conditions should influence the amount of flavonoids. The difference in the amount of flavonoids in the flowers between the wild and introduction of the samples was found. There were no significant differences between the introduced samples in the leafing phase and in the flowering phase. In the phase of mass fruiting the amount of flavonoids was significantly higher in sample № 1, due to their different ecological and geographical origin. It is advisable to introduce the culture of these natural samples that grow in the northernmost location in Europe, which can be a promising source of raw flavonoids and their further study in new growing conditions.

**Keywords:** amount of flavonoids; *Pentaphylloides fruticosa*; Rosaceae; introduction; rare relict plant; Red Book of the Komi Republic; natural samples; plant adaptation; medicinal plant.

### Введение

В настоящее время большое внимание уделяется изучению *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz, растению с широким применением, которое ценится в культуре за неприхотливость и устойчивость к низким температурам. Используется как декоративное, лекарственное, пищевое, медоносное и кормовое растение. *Pentaphylloides fruticosa* – курильский чай кустарниковый, пятилистник кустарниковый относится к семейству Rosaceae Juss., роду *Pentaphylloides* Hill [1, с. 863]. Имеет широкое распространение и произрастает на Кавказе, Западной и Восточной Сибири, Дальнем Востоке, Средней Азии, Китае, Северной Корее, Японии, Средней и Атлантической Европе, Северной Америке [2, с. 412–413]. На Урале курильский чай кустарниковый образует изолированные участки и встречается от Приполярного до

Южного Урала [3, с. 498]. *P. fruticosa* является регионально охраняемым плейстоценовым реликтом северо-востока европейской части России. На территории Республики Коми имеет статус охраны 2 [4, с. 556]. Обеспечить рациональное использование ценного растения в качестве лекарственного сырья можно только путем введения его в культуру. В коллекцию Ботанического сада впервые *P. fruticosa* был привлечен давно еще в 1957 г. и успешно интродуцирован [5, с. 134]. По литературным данным, вид содержит в различных органах витамины С, Р, каротин, флавоноиды, дубильные вещества, фенолкарбоновые кислоты, тритерпеноиды, кумарины, эфирные масла, микроэлементы [6, с. 58; 7, с. 285–286]. Лекарственные свойства растению придают полифенольные соединения. Широкое распространение флавоноидов в растительном мире и их многообразные функции

## Материал и методика

указывают на то, что эти соединения являются необходимыми участниками многих жизненно важных процессов в растениях. Многие авторы считают, что значимая роль в адаптации растений к неблагоприятным либо новым для них факторам принадлежит флавоноидам, так как среди них обнаружены соединения с аллелопатическими, инсектицидными, фунгицидными, бактерицидными свойствами [8; 9, с. 481–503; 10, с. 674–750]. В растениях фенольные соединения участвуют в окислительно-восстановительных процессах клетки, в процессах роста и развития, выполняя роль регуляторов, являются компонентами электротранспортных цепей дыхания и фотосинтеза, используются как запасной энергетический материал. Не проявляя токсических свойств и кумулятивного действия весьма перспективны для создания на их основе лекарственных препаратов. *P. fruticosa* представляет интерес как источник бактерицидных, антикоагулянтных, противовоспалительных, детоксикационных, противовирусных, иммуностимулирующих и радиопротекторных средств [11, с. 30–31; 12, с. 71–75; 13, с. 110–113]. Флавоноидные вещества *P. fruticosa* представлены в основном группой флавонолов – кверцетином и кемпферолом и их гликозидами [14, с. 96]. Возможность использования *P. fruticosa* для лекарственного и пищевого производства придает значимость исследованию биохимических особенностей этого растения. Сотрудниками Центрального Сибирского Ботанического сада СО РАН изучены элементный состав и содержание фенольных соединений *P. fruticosa* в условиях Горного Алтая [14–16]. Исследования в течение длительного периода Е.П. Храмовой азиатских представителей родового комплекса *Pentaphylloides* Hill позволили установить особенности состава и содержания фенольных соединений в связи с видовой специфичностью, эколого-географическими факторами, онтогенезом и техногенным воздействием [17]. Сведения по флавоноидам *P. fruticosa* на европейском севере отсутствуют.

Целью исследований явилось сравнительное изучение содержания флавоноидов *P. fruticosa* в интродукционных и дикорастущих образцах на европейском севере.

Материалом для исследования послужили образцы различного эколого-географического происхождения, взятые на интродукционном участке дендрария Института биологии Коми НЦ УрО РАН и два образца из природных ценопопуляций Республики Коми (табл. 1). Ботанический сад находится в 8 км к югу от г. Сыктывкар (61°37' с.ш., 50°45' в.д., высота над уровнем моря 110 м), на юго-западе Республики Коми. Климатические условия в районе исследований весьма суровые. Среднегодовая температура воздуха +0,4°C. Продолжительность холодного периода с отрицательными температурами составляет 170–180 дней. Вегетационный период (выше +5°C) около 150 дней с суммой суточных температур 1800°C. Период активной вегетации (выше +10°C) равен 90–110 дням с суммой суточных температур за этот период 1450°C. Республика относится к региону с избыточным увлажнением с суммой осадков 500–600 мм, из которых 300–400 мм выпадают в теплый период года. Природные образцы собраны в верхнем течении р. Лемва в Интинском районе, расположенном на северо-востоке Республики Коми (65°40' с.ш., 51°08' в.д., высота над уровнем моря 221 м) [18].

Исследования проводили на однолетних облиственных верхушках побегов, так как именно их рекомендуют в качестве лекарственного сырья и цветках. Срезали молодые облиственные побеги длиной 10–20 см.

Количественное определение флавоноидов в растительных пробах осуществляли методом спектрофотометрии UV 1700 Shimadzu Ind. Ink. (Япония) по методике [19, с. 541–578], адаптированной для применения указанного прибора. Спектрофотометрический анализ выполняли при длине волны 415 нм в водно-спиртовой среде с подкислением уксусной кислотой. Количество флавоноидов в пробе рассчитывали по калибровочному графику, построенному по рутину. Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Excel 2007.

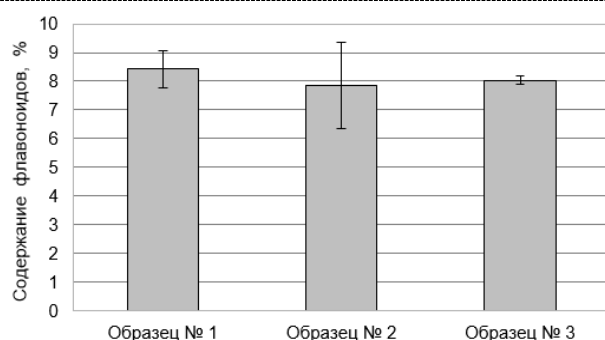
**Таблица 1** – Происхождение образцов *P. fruticosa* и даты сбора сырья по фенофазам

№ образца	Происхождение образцов	Облиствение	Цветение		Плодоношение
		одногодичные верхушечные облиственные побеги	одногодичные облиственные побеги	цветки	одногодичные верхушечные облиственные побеги
1	Горно-Алтайский ботанический сад (с. Калмак), природный образец	31.05.2010	–	–	07.10.2009
2	Центральный Сибирский ботанический сад (г. Новосибирск)	31.05.2010	26.07.2010	26.07.2010	07.10.2009
3	Местная репродукция образца, привезенного из Горно-Алтайского ботанического сада (с. Калмак)	15.06.2009	21.07.2010	20.07.2010	16.09.2009
4	Интинский р-н Республики Коми, правый берег реки Лемва, сухие участки пойменной террасы	–	27.07.2010	27.07.2010	–
5	Интинский р-н Республики Коми, левый берег реки Лемва	–	29.07.2010	29.07.2010	–

### Результаты исследования

В Республике Коми данный вид встречается в верхнем и среднем течении рек Лемвы, Кожима и Косью и на Северном Урале в бассейне реки Щугор [4, с. 556]. Изучение биологии *P. fruticosa* в условиях культуры в дендрарии Ботанического сада выявило высокие адаптивные свойства и декоративные качества данного растения. Ранее в наших работах подробно описаны результаты изучения *P. fruticosa* – редкого для Республики Коми вида [20; 21]. Установлено, что продолжительность онтогенетических состояний у *P. fruticosa* значительно уменьшается по сравнению с особями в природных популяциях [20, с. 31–32]. Вегетация растения начинается в первой декаде мая.

Определение содержания флавоноидов в сумме в фазе облиствения не выявило отличий между интродукционными образцами *P. fruticosa*, которая находилась в пределах от 7,85% до 8,42% (рис. 1).



**Рисунок 1** – Суммарное содержание флавоноидов у *P. fruticosa* интродукционных образцов в фазе облиствения

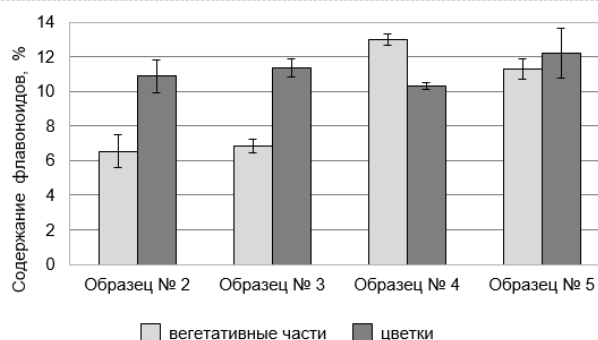
Имеются данные, согласно которым ведущей в накоплении фенольных соединений является генетическая составляющая [17, с. 139–149]. Растения, привлеченные в интродукцию из различных мест произрастания, выращенные в одинаковых условиях, отличаются по комплексу фенольных соединений. Для определения возможности привлечения в коллекцию и использования в качестве источников флавоноидов местных образцов, во время цветения в экспедиционных условиях были взяты пробы природных образцов с долины реки Лемва, самого северного местонахождения в Европе.

Цветение у растений *P. fruticosa* в природе начинается с 7–12 годов жизни [22, с. 29–31], тогда как в культуре с первого-второго. В среднетаежной подзоне Республики Коми цветение *P. fruticosa* интродукционных образцов длительное, начиная с середины июня, массовое – в июле, августе и до конца сентября – начала октября наблюдаются единичные цветки [21, с. 160–161]. Данный вид характеризуется наличием полового полиморфизма, образуя обоеполые, женские и мужские цветки. В дендрарии Института биологии все интродукционные образцы представлены особями с обоеполыми цветками *P. fruticosa* в диаметре до 3,5 см собранными в соцветия (рис. 2). В пределах соцветия цветение последовательное в течение длительного периода, а отдельного цветка – в течение одного-пяти дней, в зависимости от погодных условий. Установлено, что половая структура природных популяций Интинского района гетероморфна. Встречаются как женские, так и мужские особи с преобладанием женских [3, с. 507].



**Рисунок 2** – *P. fruticosa* во время цветения

Определение пула флавоноидов в цветках выявило их количество у интродукционных и природных образцов от 10,89% до 11,36% и от 10,3% до 12,2% соответственно (рис. 3). Достоверных отличий между образцами как интродукционных, так и природных не обнаружено. Это подтверждает, что в цветках важна стабильность химического состава для осуществления репродуктивных функций, это согласуется с данными Е.П. Храмовой [17, с. 124]. Высокое суммарное содержание флавоноидов в цветках как у природных, так и у интродукционных образцов указывает на их взаимосвязь с репродуктивными процессами.

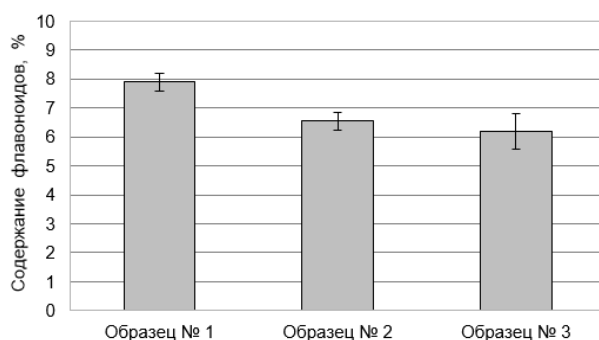


**Рисунок 3** – Суммарное содержание флавоноидов у *P. fruticosa* интродукционных и природных образцов в фазе цветения

Содержание флавоноидов в вегетативных частях однолетних побегов в период цветения было достоверно выше у природных образцов и составляло от 11,27% до 12,98%. Условия выращивания интродукционных образцов сильно отличались от природных условий, в которых велась заготовка сырья, что и отразилось на сумме флавоноидов в вегетативных частях. Это согласуется с данными Е.П. Храмовой [17, с. 132–139], которая указывала, что содержание в сумме фенольных соединений у *P. fruticosa* увеличивалось по мере продвижения вида с юга на север, с высотой, а также с усилением инсоляции на фоне низких температур и косвенно подтверждает участие флавоноидов в адаптации растений к условиям окружающей среды, и в частности, являясь механизмом защиты от повреждения фотосинтетического аппарата. Содержание флавоноидов в цветках интродукционных образцов выше, чем в их вегетатив-

ных частях, в то время как у природного образца № 4 разница между пулом флавоноидов в цветках и вегетативных частях менее заметна, а у образца № 5 вообще отсутствует. Целесообразно привлечь в коллекцию дендрария данные природные образцы в качестве источников флавоноидов и в дальнейшем проверить их содержание в условиях интродукции.

Начало массового плодоношения наступает с конца августа. Во время плодоношения в одинаковых условиях культуры наибольшее содержание флавоноидов 7,9% у образца № 1, среди других образцов достоверных отличий нет (рис. 4). Вероятно, это обусловлено их различным эколого-географическим происхождением.



**Рисунок 4** – Суммарное содержание флавоноидов у *P. fruticosa* интродукционных образцов в фазе плодоношения

#### Заключение

В результате был определен пул флавоноидов в вегетативных частях и цветках природных образцов *P. fruticosa*, произрастающих в самом северном местонахождении в Европе, который составил от 11,27% до 12,98% и от 10,30 до 12,20% соответственно. Установлено, что сумма флавоноидов в вегетативных частях однолетних побегов природных образцов в фазу цветения достоверно выше, чем в интродукционных. Природные условия, в которых велась заготовка сырья, характеризовались более суровым климатом, что и повлияло на пул флавоноидов, являясь ответной реакцией на условия произрастания вида. Достоверных отличий между пулом флавоноидов в цветках интродукционных образцов и природных не обнаружено. Разница в сумме флавоноидов в интродукционных образцах выявлена только в фазе массового плодоношения, которая была достоверно выше у образца № 1, что обусловлено их различным эколого-географическим происхождением. Становится целесообразным интродуцировать данные природные образцы *P. fruticosa*, произрастающие в самом северном местонахождении в Европе, которые могут стать перспективными сырьевыми источниками флавоноидов, и продолжить их изучение.

#### Список литературы:

1. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Русское издание. СПб.: Изд-во Мир и семья, 1995. 992 с.
2. Флора Восточной Европы. Т. X / отв. ред. Н.Н. Цвелев. СПб.: Мир и семья; Изд-во СПХФА, 2001. 670 с.

3. Тетерюк Л.В., Денева С.В., Бобров Ю.А., Рябинина М.Л., Мифтахова С.А. Характеристика популяции *Pentaphylloides fruticosa* (Rosaceae) в бассейне р. Лемва (Приполярный Урал) // Растительные ресурсы. 2013. Т. 49. С. 498–511.
4. Красная книга Республики Коми. Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2019. 768 с.
5. Скупченко Л.А., Мишуrow В.П., Волкова Г.А., Портнягина Н.В. Интродукция полезных растений в подзоне средней тайги Республики Коми (Итоги работы Ботанического сада за 50 лет; Т. III). СПб.: Наука, 2003. 214 с.
6. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав и использование; Семейства Hydrangeaceae – Haloragaceae. Л.: Наука, 1987. 326 с.
7. Ганенко Т.В., Верещагин А.Л., Семенов А.А. Химический состав *Potentilla fruticosa* // Химия природных соединений. 1991. № 2. С. 285–286.
8. Запрометов М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. М.: Наука, 1993. 272 с.
9. Harborne J.B., Williams C.A. Advances in flavonoid research since 1992 // Phytochemistry. 2000. Vol. 55. P. 481–504.
10. Middleton E., Kandaswami C., Theoharides T.C. The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer // Pharmacological Reviews. 2000. Vol. 52, № 4. P. 673–751.
11. Гончикова С.Ч., Хобракова В.Б., Цыренжапова О.Д. Влияние сухого экстракта пятилистника кустарникового на состояние иммунной системы организма при экспериментальной иммунодепрессии, вызванной противотуберкулезными препаратами // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2001. Вып. 10. С. 29–31.
12. Николаев С.М., Баханова Е.М., Ракшаина М.Ц., Николаева И.Г. Влияние экстракта из побегов *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz на течение экспериментальных дисбактериозов кишечника, вызванных сульфадиметоксином и изониазидом // Растительные ресурсы. 2001. Т. 37, вып. 1. С. 70–76.
13. Николаев С.М., Баханова Е.М., Хобракова В.Б., Николаева И.Г. Иммуномодулирующее действие экстракта из побегов *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz при экспериментальном дисбактериозе // Растительные ресурсы. 2002. Т. 38, вып. 2. С. 109–113.
14. Храмова Е.П., Комаревцева Е.К. Изменчивость флавоноидного состава листьев *Potentilla fruticosa* (Rosaceae) разных возрастных состояний в условиях Горного Алтая // Растительные ресурсы. 2008. Т. 44, № 3. С. 96–102.
15. Шкель Н.М., Храмова Е.П., Кузаков Е.В., Волхонская Т.А., Триль В.М. Фенольные соединения *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz при интродукции // Химия в интересах устойчивого развития. 1997. Т. 5, № 1. С. 123–125.
16. Храмова Е.П., Куценогий К.П., Ковальская Г.А., Чанкина О.В. Элементный состав листьев и цветков *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz различных эко-типов, выращиваемых в Новосибирске // Растительные ресурсы. 2002. Т. 38, вып. 2. С. 85–91.
17. Храмова Е.П. Род *Pentaphylloides* Hill (Rosaceae) Азиатской России (фенольные соединения, элементный состав в природе и культуре, хемотаксономия): дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 2016. 437 с.
18. Атлас Республики Коми по климату и гидрологии / отв. ред. А.И. Таскаев. М.: Изд-во «Дрофа», 1997. 115 с.

19. 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. 541–578.

20. Мифтахова С.А., Скроцкая О.В., Зайнуллина К.С. Биология редкого вида – Курильского чая (*Pentaphylloides fruticosa*) в культуре на Севере // Известия Коми научного центра Уральского отделения РАН. 2017. Вып. 2 (30). С. 30–36.

21. Мифтахова С.А., Скроцкая О.В. Особенности строения цветка *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz при интродукции в среднетаежную подзону Республики

Коми // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17, № 5. С. 160–163.

22. Комаревцева Е.К. Онтогенез и структура ценопопуляций *Pentaphylloides fruticosa* (Rosaceae) Горного Алтая // Растительные ресурсы. 2005. Т. 41, вып. 1. С. 27–34.

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

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<b>Мифтахова Светлана Алексеевна</b> , кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела Ботанический сад; Институт биологии Коми научного центра УрО РАН (г. Сыктывкар, Российская Федерация). E-mail: mifs@ib.komisc.ru.	<b>Miftakhova Svetlana Alekseevna</b> , candidate of biological sciences, researcher of Botanical Garden; Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktvykar, Russian Federation). E-mail: mifs@ib.komisc.ru.

#### Для цитирования:

Мифтахова С.А. Влияние условий произрастания на содержание флавоноидов у *Pentaphylloides fruticosa* при интродукции и в природе на европейском Севере // Самарский научный вестник. 2020. Т. 9, № 4. С. 104–108. DOI: 10.17816/snv202094116.