

ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *FILIPENDULA* MILL. (ROSACEAE)

Т. М. Шалдаева, Г. И. Высочина, В. А. Костикова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
Поступила в редакцию 20.12.2017 г.

Аннотация. Исследованы содержание фенольных соединений и антиоксидантная активность цветков и листьев четырех видов рода *Filipendula* Mill., произрастающих на территории Сибири и Дальнего Востока России. Все исследованные виды лабазника содержали значительное количество флавоноидов. Максимальное их содержание выявлено в цветках *F. palmata* (10,54 % и 9,39 %), *F. ulmaria* (8,54 %) и *F. vulgaris* (8,03 %). Большое количество флавоноидов также обнаружено в листьях *F. vulgaris* (7,21%), *F. palmata* (5,24 %) и *F. ulmaria* (5,14 %). Методом ВЭЖХ в цветках и листьях идентифицированы гиперозид, изокверцитрин, рутин, спиреозид, авикулярин, астрагалин, кверцетин, кемпферол и эллаговая кислота. Показано, что качественный состав главных компонентов флавоноидного комплекса видоспецифичен. Сравнительный анализ хроматограмм водно-этанольных экстрактов из цветков и листьев показал, что максимальное число соединений обнаружено в экстрактах цветков *F. ulmaria*, *F. stepposa* и *F. palmata* (по 8 компонентов), минимальное – в листьях *F. stepposa* (5 компонентов). Анализ содержания отдельных соединений в цветках и листьях исследованных видов выявил особенности в их накоплении в зависимости от вида и органа растения. Суммарное содержание антиоксидантов (АОА) у видов значительно варьировало. Антиоксидантная активность экстрактов цветков выше, чем в листьях. Самое большое значение АОА выявлено у цветков *F. vulgaris* (1,43 мг/г), *F. stepposa* (1,32 мг/г) и *F. ulmaria* (1,23 мг/г). В водно-спиртовых экстрактах листьев более высокая антиоксидантная активность у *F. vulgaris* (от 0,90 до 1,20 мг/г). У других видов активность несколько ниже: у *F. ulmaria* (от 0,47 до 1,02 мг/г) и у *F. stepposa* (от 0,63 до 1 мг/г), самые маленькие показатели у *F. palmata* (0,1 мг/г – 0,14 мг/г).

Ключевые слова: лабазник, *Filipendula ulmaria*, *F. stepposa*, *F. vulgaris*, *F. palmata*, флавоноиды, антиоксидантная активность (АОА).

На территории Азиатской России встречаются 7 видов рода *Filipendula* Mill. – лабазник. Два вида – лабазник вязолистный (*F. ulmaria* (L.) Maxim.) и лабазник обыкновенный (*F. vulgaris* Moench.) официально разрешены к применению. На сырье (цветки) лабазника вязолистного разработана временная фармакопейная статья [1]. Экспериментальное исследование *F. ulmaria* показало, что отвар и экстракты цветков растений этого вида обладают антиэкссудативными, анальгетическими, ранозаживляющими, гастропротективными, стресспротективными свойствами [2]. Фармакологические исследования выявили наличие антиканцерогенной и бактериостатической активности [3]. Цветки лабазника вязолистного

разрешены к применению в качестве противовоспалительного и ранозаживляющего средства, так как в них содержится антикоагулянт гепарин [4]. Лабазники широко используются в народной медицине. По исследованиям А. В Горбачевой и др., [5] применяют все части растений (цветки, листья, корни) в виде отваров, настоев, настоек и мазей. Настой цветков используют для лечения ревматизма, астмы, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки. Настойка листьев применяется при трофических язвах нижних конечностей, ранах и ожогах, отвар корней – при нервных расстройствах, гипертонической болезни, как антигельминтное средство и для снятия спазма внутренних органов.

Широкое использование лабазников при лечении различных патологических состояний связа-

но с разнообразным химическим составом. В надземной и подземной частях растений обнаружены простые фенолы, фенолокислоты, флавоноиды, кумарины, тритерпены и пр. [6]. И.В. Шиловой с соавторами из надземной части лабазника вязолистного выделено несколько веществ, относящихся к флавоноидам (кверцетин, кемпферол, изокверцитрин, 4'-гликозид кверцетина, рутин), ароматическим кислотам, и эллаговая кислота [7]. М.Ю. Кругловой выделено около 50 фенольных соединений, изучена органспецифичность их распределения в видах *Filipendula* и установлено, что для цветков характерно накопление флавоноидов и эллаготаннинов, для листьев – катехинов и процианидинов [8]. Г.И. Высочиной и др. [9] и Е.С. Васфиловой и др. [10] исследовано содержание биологически активных веществ в цветках и листьях видов лабазника в природных условиях Сибири и Среднего Урала.

Е.Ю. Авдеевой и др. методом ВЭЖХ установлено содержание в надземной части *F. ulmaria* восьми фенолокислот, из них преобладали галловая, п-кумаровая и ванилиновая кислоты, гликозидов кверцетина (рутин, гиперозид, авикулярин, спиреозид, кверцетин-3-глюкуронид и кемпферол-4-гликозид), а также ранее не найденных у лабазников изокверцитрина и 4'-О-β-D-галактопиранозида кверцетина [11]. Основной вклад в антиоксидантную активность лабазника вносят флавонолгликозиды и фенолокислоты, при этом наиболее активны изокверцитрин и спиреозид [12].

Исследования последнего десятилетия подтверждают, что антиоксиданты защищают человека от опасных болезней и преждевременного старения. Наиболее перспективны для коррекции антиоксидантного статуса человеческого организма продукты растительного происхождения, богатые полифенолами, витаминами, каротиноидами и др., благодаря их широкому распространению, доступности, ценным свойствам, щадящему воздействию на организм (побочные эффекты развиваются реже и не так выражены, не возникает синдрома отмены) и сравнительно низкой токсичности [13]. Поиск новых подходов к выявлению антиоксидантов и определению их активности является актуальной задачей.

Целью настоящей работы является определение содержания и состава фенольных соединений и антиоксидантной активности растений четырех видов рода *Filipendula*, произрастающих на территории Сибири и Дальнего Востока России.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Материалом для исследований послужили цветки и листья растений рода *Filipendula* из трёх подвидов: 1) *Aceraria* – *F. palmata* (Pall.) Maxim., 2) *Ulmaria* – *F. ulmaria* (L.) Maxim, *F. stepposa* Juz., 3) *Eu-Filipendula* – *F. vulgaris*, собранные в период 2005 – 2014 гг. в фазе массового цветения в природных популяциях на территории Новосибирской, Иркутской и Амурской областей, Алтайского края и Республики Бурятия (табл. 1).

Образцы растений высушивали в тени в проветриваемом помещении и измельчали до размера частиц 1-2 мм. Проводили исчерпывающую экстракцию 70 % этиловым спиртом, контролируя полноту экстракции реакцией 5 % раствором NaOH (до исчезновения желтой окраски) [14]. Для количественного определения флавоноидов применили спектрофотометрический метод, в котором использована реакция комплексообразования флавоноидов с хлоридом алюминия [15]. Расчет содержания флавоноидов в пробе проводили по калибровочному графику, построенному по рутину.

Для изучения состава фенольных соединений применяли метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) как один из самых надежных при определении индивидуальных компонентов [16]. Вещества идентифицировали методом сопоставления времени удерживания пиков веществ на хроматограммах анализируемых образцов с временами удерживания пиков стандартных образцов и УФ – спектров. Для приготовления стандартных образцов использовали гиперозид, изокверцитрин, рутин, эллаговую кислоту, спиреозид, авикулярин, астрагалин ("Fluka"), кверцетин, кемпферол ("Sigma-Aldrich").

Пробоподготовку проводили следующим образом. 1 мл водно-этанольного экстракта разбавляли бидистиллированной водой до объема 5 мл и пропускали через концентрирующий патрон Диапак С16 (ЗАО «БиоХимМак») для освобождения от примесей гидрофильной природы. Флавонолгликозиды смывали с патрона небольшим количеством 70% этанола, агликоны – 96% этанола. Элюаты объединяли, измеряли объём, который обычно составлял 5-8 мл, и пропускали через мембранный фильтр с диаметром пор 0.45 мкм. Анализ фенольных соединений выполняли на аналитической ВЭЖХ-системе, состоящей из жидкостного хроматографа «Agilent 1200» с диодно-матричным детектором и системы для сбора и обработки хроматографических данных

ChemStation. Диодно-матричный детектор позволяет осуществить детектирование и запись спектров поглощения в диапазоне длин волн 255–370 нм. Разделение производили на колонке Zorbax SB-C18 размером 4.6×150 мм с диаметром частиц 5 мкм при градиентном режиме элюирования [17].

Количественное определение индивидуальных компонентов в образцах видов *Filipendula* проводили по методу внешнего стандарта как наиболее оптимальному для хроматографического анализа многокомпонентных смесей [18]. Содержание индивидуальных компонентов (C_x) вычисляли по формуле (мг/г от массы воздушно-сухого сырья):

$$C_x = C_{ст.} \times S_1 \times V_1 \times V_2 / S_2 \times M \times V_3 \times 1000,$$

где $C_{ст.}$ – концентрация стандартного вещества, мкг/мл; S_1 – площадь пика компонента в анализируемой пробе; е.о.п., S_2 – площадь пика стандартного вещества, е.о.п., V_1 – объем элюата после вымывания фенольных соединений 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.

Для определения суммарного содержания антиоксидантов (АОА, мг/г) фенольного типа использовали амперометрический метод [19]. Измерения проводили на приборе «Цвет Яуза-01-АА» разработки НПО «Химавтоматика». Антиоксидантная активность экстракта определяется как соотношение сигнала исследуемого образца к сигналу стандартного вещества. Суммарное содержание антиоксидантов определяли в водно-спиртовых экстрактах, для получения которых 1.0 г сырья заливали 50 мл этанола (70 %) и встряхивали в течение 1 ч на перемешивающем устройстве. За результат принимали среднее из данных трех параллельных определений по каждому показателю.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На содержание флавоноидов и суммарную антиоксидантную активность проанализировано 18 образцов цветков и листьев четырех видов рода *Filipendula* (табл. 1). Содержание флавоноидов в органах надземной части было высоким у всех исследованных видов. Максимальное количество флавоноидов обнаружено в цветках *F. palmata* – 10.42 %, *F. ulmaria* – 8.54 % и *F. vulgaris* – 8.03 %. В листьях флавоноидов меньше: 5.24 %, 5.14 % и 7.21 %, соответственно. Содержание флавонои-

дов в цветках и листьях *F. stepposa* отличается от других видов – 4.18 % и 3.92 %, соответственно.

Исследование состава фенольных соединений методом ВЭЖХ показало, что в цветках и листьях исследуемых лабазников содержится 6–9 идентифицированных соединений и несколько неидентифицированных (рис. 1). На основании УФ – спектров и сопоставления времен удерживания пиков веществ на хроматограммах анализируемых образцов с временами удерживания пиков стандартных образцов идентифицированы шесть флавонолгликозидов – гиперозид, изокверцитрин, рутин, спиреозид, авикулярин, астрагалин, два агликона – кверцетин, кемпферол и эллаговая кислота. В процессе хроматографирования в реальном времени зарегистрированы ультрафиолетовые спектры некоторых неидентифицированных соединений. Их спектр поглощения содержит две полосы, одна из которых находится в низковолновой области (250–290 нм), другая – в длинноволновой (340–380 нм.).

Сравнительный анализ хроматограмм водно-этанольных экстрактов из цветков и листьев показал, что максимальное число соединений обнаружено в экстрактах цветков *F. ulmaria*, *F. stepposa* и *F. palmata* (по 8 компонентов), минимальное – в листьях *F. stepposa* (5 компонентов) (табл. 2). Анализ содержания отдельных соединений в цветках и листьях исследованных видов выявил особенности в их накоплении в зависимости от вида и органа растения. Виды подрода *Ulmaria* – *F. ulmaria* и *F. stepposa* отличаются сходством качественного состава основных компонентов листьев – это флавонолгликозиды гиперозид, изокверцитрин и астрагалин, причем у *F. ulmaria* больше изокверцитрина, чем астрагалина, а у *F. stepposa* – наоборот. Цветки *F. stepposa* содержат исключительно высокое количество гиперозида – 9.09 мг/г. Следующими в ряду гликозидов (по мере снижения концентрации) оказались астрагалин (7.51 мг/г), спиреозид (3.69 мг/г), авикулярин (3.32 мг/г) и изокверцитрин (2.40 мг/г). В цветках *F. ulmaria* обнаружен аналогичный состав гликозидов, однако их последовательность в ряду в соответствии с содержанием другая: авикулярин (3.85 мг/г), спиреозид (3.59 мг/г), гиперозид (2.41 мг/г), астрагалин (1.27 мг/г) и изокверцитрин (1.11 мг/г). Очевидно, что содержание веществ варьирует в течение вегетации в соответствии с меняющимися экологическими условиями, вследствие чего их главные компоненты меняются (в определенных пределах).

Содержание флавоноидов и антиоксидантов некоторых видов рода *Filipendula* Mill. в воздушно-сухом сырье

Номер образ-ца	Место и дата сбора	Суммарное содержание			
		флавоноидов (%)		антиоксидантов (мг/г)	
		цветки	листья	цветки	листья
<i>F. palmata</i> – л. дланевидный					
1	Иркутская область, окр. г. Иркутск, берег реки Ушаков-ка, прибрежные ивовые заросли; 21.07.2014. г.	9.39 ± 0.28*	5.24 ± 0.15	0.15 ± 0.00	0.11 ± 0.00
2	Иркутская область, Иркутский р-н, окр. с. Большое Голоустное, левый берег реки Голоустная; разнотравный луг; 22.07.2014 г.	7.82 ± 0.23	5.02 ± 0.15	0.17 ± 0.00	0.10 ± 0.00
3	Республика Бурятия, Кабанский р-н, окр. с. Выдрино, слово-березовый кустарниково – разнотравный лес; 31.07.2014 г.	10.42 ± 0.31	4.70 ± 0.14	0.45 ± 0.01	0.14 ± 0.00
<i>F. stepposa</i> – л. степной					
4	Новосибирская область, Каргатский р-н, окр. д. Филино, разнотравный луг; 15.07.2005. г.	3.16 ± 0.09	3.01 ± 0.09	1.00 ± 0.03	0.78 ± 0.02
5	Новосибирская область, Кочковский р-н, окр. с. Решеты, злаково – полынная степь; 8.07.2005. г.	3.05 ± 0.09	2.63 ± 0.07	1.30 ± 0.03	0.92 ± 0.02
6	Новосибирская область, Барабинский р-н, окр. д. Песчанка; злаково – полынная разнотравная степь; 13.07.2005. г.	2.02 ± 0.06	1.65 ± 0.04	1.32 ± 0.03	1.00 ± 0.03
7	Новосибирская область, Татарский р-н, окр. с. Ново – Михайловка; злаково-разнотравный луг; 13.07.2005. г.	4.18 ± 0.13	3.92 ± 0.12	1.09 ± 0.03	0.63 ± 0.02
8	Новосибирская область, Коченевский р-н, трасса М-51, 90 км от Новосибирска, разнотравный луг; 15.07.2005. г.	1.72 ± 0.05	1.38 ± 0.04	1.28 ± 0.03	0.96 ± 0.02
<i>F. ulmaria</i> – л. вязолистный					
9	Новосибирская область, Тогучинский р-н, 86 км от Новосибирска по трассе Ленинск – Кузнецк, в сторону п. Горный; высокотравный луг; 18.07.2005. г.	3.12 ± 0.09	2.64 ± 0.08	0.97 ± 0.03	0.82 ± 0.02
10	Новосибирская область, Искитимский р-н, окр. с. Бурмисторово; березовый колок; 13.07.2010. г.	3.52 ± 0.10	3.00 ± 0.09	1.04 ± 0.03	0.93 ± 0.03
11	Новосибирская область, Новосибирский р-н, окр. д. Сосновка; на опушке; 19.07.2014. г.	3.70 ± 0.11	3.00 ± 0.09	1.02 ± 0.03	0.87 ± 0.03
12	Новосибирская область, Новосибирский р-н, окр. д. Сосновка, у озера, в низине на торфе; 19.07.2014. г.	8.54 ± 0.26	5.14 ± 0.15	1.23 ± 0.04	1.02 ± 0.03
13	Новосибирская область, г. Новосибирск, окр. Академгородка, дачный поселок; 16.07.2011. г.	3.82 ± 0.11	3.12 ± 0.09	0.53 ± 0.01	0.47 ± 0.01
14	Амурская область, Тындинский р-н, окр. п. Могог, смешанный лес, 1.07.2013. г.	3.53 ± 0.10	3.95 ± 0.11	0.90 ± 0.02	0.67 ± 0.02
<i>F. vulgaris</i> – л. обыкновенный					
15	Новосибирская область, Купинский р-н, окр. с. Новоключи, оз. Горькое, злаково-полынная степь; 10.07.2005. г.	8.03 ± 0.24	7.21 ± 0.21	1.43 ± 0.03	1.20 ± 0.03
16	Новосибирская область, Искитимский р-н, окр. с. Бурмисторово, опушка леса; 13.07.2010. г.	4.61 ± 0.13	4.02 ± 0.12	1.02 ± 0.03	0.98 ± 0.03
17	Новосибирская область, Кочковский р-н, окр. с. Решеты, злаково-полынная степь; 8.07.2005. г.	3.66 ± 0.11	3.22 ± 0.09	1.26 ± 0.04	0.90 ± 0.03
18	Алтайский край, Павловский р-н, с. Колыванское, березовый колок, разнотравно-клубничный луг; 7.07.2011. г.	6.21 ± 0.16	3.83 ± 0.11	1.14 ± 0.03	1.10 ± 0.03

* – ошибка средней

Представитель подрода *Eu-Filipendula* *F. vulgaris* имеет характерный ему набор флавонолгикозидов – это изокверцитрин, гиперозид и спиреозид. Высоким содержанием изокверцитрина отличаются и листья (8.72 мг/г) и цветки (5.23 мг/г) растений этого вида. В листьях намного больше гиперозида (7.23 мг/г), чем спиреозида (1.73 мг/г), в цветках – наоборот.

Наибольшее сходство в хроматографических профилях выявлено у лабазников подрода *Ulmaria* и *Eu-Filipendula*. Представитель подрода *Aceracia* – *F. palmata* выделяется из всех изученных видов лабазников. В водно-этанольных экстрактах из цветков и листьев растений этого вида найден рутин (в цветках 4.06 мг/г, в листьях 6.78 мг/г), тогда как спиреозида не обнаружено. Рутин выступает в роли главного компонента вместе с авикуляринном и астрагалином (в листьях) и вместе с гиперозидом и изокверцитрином (в цветках). Эллаговая кислота присутствует у растений всех изученных нами видов, большое ее количество – в цветках *F. stepposa* (6.06 мг/г).

Антиоксидантную активность изучали ранее в экстрактах из надземной части *F. ulmaria* [20]. Было установлено, что наибольшей активностью обладают экстракты на 70 % и 95 % этаноле. Е.А. Красновым и др. при изучении *F. ulmaria* показана высокая антиоксидантная активность гликозида кверцетина филимарина, не уступающая природным антиоксидантам – дигидрокверцетину и аскорбиновой кислоте [21]. Проведенные нами исследования листьев и цветков четырех видов рода *Filipendula*, произрастающих в природных популяциях Сибири и Дальнего Востока России выявили, что ту или иную антиоксидантную ак-

тивность проявляют водно-спиртовые экстракты из всех растений (табл. 1). Показатель по суммарному содержанию антиоксидантов (АОА) значительно варьирует. Антиоксидантная активность водно-спиртовых экстрактов цветков выше, чем листьев: у *F. ulmaria*, *F. stepposa*, *F. vulgaris* более 0.50 мг/г, а у *F. palmata* – ниже этого показателя. Самое большое значение АОА цветков у *F. vulgaris* – 1.43 мг/г, *F. stepposa* – 1.32 мг/г и у *F. ulmaria* – 1.23 мг/г. В цветках *F. palmata* самое высокое содержание флавоноидов, а суммарная антиоксидантная активность в несколько раз ниже, чем у остальных видов. Можно предположить, что у растений данного вида на суммарную антиоксидантную активность влияют другие соединения. В водно-спиртовых экстрактах листьев более высокая антиоксидантная активность у *F. vulgaris* (от 0.90 до 1.20 мг/г). У других видов активность несколько ниже: у *F. ulmaria* (от 0.47 до 1.02) и у *F. stepposa* (от 0.63 до 1 мг/г), самые маленькие показатели у *F. palmata* (0.10 мг/г – 0.14 мг/г). Корреляционная связь между содержанием флавоноидов и АОА не выявлена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все исследованные виды лабазника содержат значительное количество флавоноидов. Максимальное их содержание выявлено в цветках *F. palmata* – 10.54 % и 9.39 %, *F. ulmaria* – 8.54 % и *F. vulgaris* – 8.03 %. В листьях растений этих видов также большое количество флавоноидов: *F. vulgaris* – 7.21%, *F. palmata* – 5.24 % и *F. ulmaria* – 5.14 %. Отмеченные виды лабазника могут быть рекомендованы для использования в качестве сырья, содержащего флавоноиды. К числу перспективных заменителей *F.*

Таблица 2

Содержание фенольных соединений в цветках и листьях морфологических групп видов рода *Filipendula* (мг/г от массы воздушно-сухого сырья)

№	Соединение	Спектральная характеристика (λmax), нм	Подрод <i>Aceraria</i>		Подрод <i>Ulmaria</i>				Подрод <i>Eu-Filipendula</i>	
			<i>F. palmata</i>		<i>F. stepposa</i>		<i>F. ulmaria</i>		<i>F. vulgaris</i>	
			цветки	листья	цветки	листья	цветки	листья	цветки	листья
1	гиперозид	255, 300 пл, 360	7.52	1.95	9.09	0.51	2.41	3.78	1.42	7.27
2	изокверцитрин	260, 360	3.42	1.28	2.40	0.19	1.11	3.23	5.23	8.72
3	рутин	256, 356	4.06	6.78	нет	нет	нет	нет	нет	нет
4	эллаговая кислота	255, 310 пл, 370	0.77	нет	6.06	0.08	1.00	0.82	нет	2.09
5	спиреозид	255, 270 пл, 365	нет	нет	3.69	нет	3.59	0.30	2.81	1.73
6	авикулярин	260, 360	2.31	5.50	3.32	нет	3.85	0.47	1.00	0.55
7	астрагалин	265, 300 пл, 350	0.27	3.05	7.51	0.23	1.27	0.68	0.85	сл.
8	кверцетин	255, 301 пл, 370	0.45	0.06	0.12	0.01	0.49	0.14	1.24	0.24
9	кемпферол	265, 320 пл, 365	0.06	сл.	0.10	нет	0.30	нет	0.78	нет
	Число идентифицированных компонентов		8	6	8	5	8	7	7	6

Примечание: сл. – следы

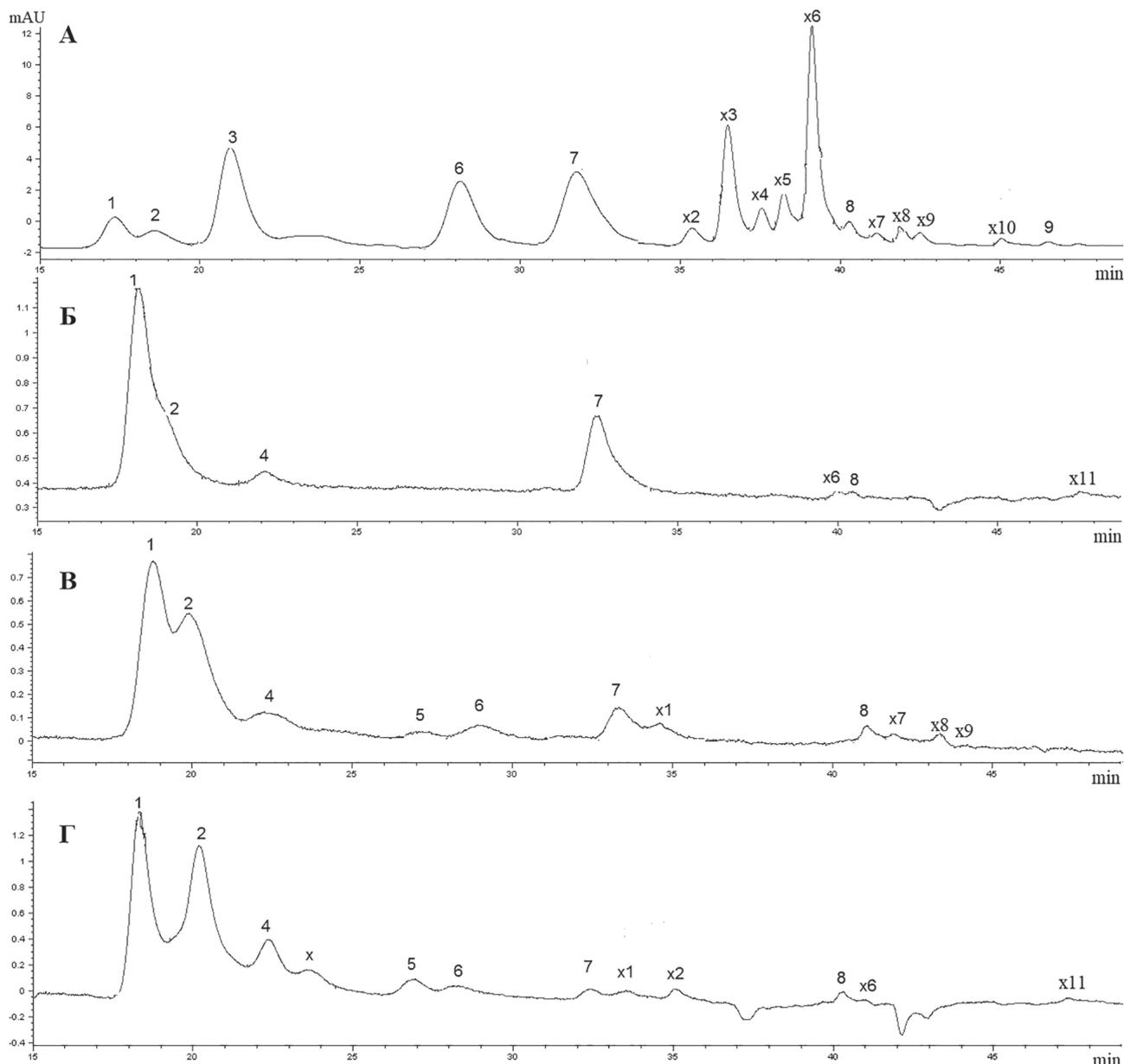


Рис. 1. Хроматограммы водно-этанольных экстрактов из листьев растений рода *Filipendula*. А – *F. palmata* (№ 16. табл. 1). Б – *F. stepposa* (№ 10). В – *F. ulmaria* (№ 2). Г – *F. vulgaris* (№ 13). По оси ординат – оптическая плотность. По оси абсцисс – время удерживания, мин. 1 – гиперозид ($t_R = 18.4$ мин), 2 – изокверцитрин ($t_R = 19.5$ мин), 3 – рутин ($t_R = 20.8$ мин), 4 – эллаговая кислота ($t_R = 22.4$ мин), 5 – спиреозид ($t_R = 26.8$ мин), 6 – авикулярин ($t_R = 28.8$ мин), 7 – астрагалин ($t_R = 32.5$ мин), 8 – кверцетин ($t_R = 40.8$ мин), 9 – кемпферол ($t_R = 47.8$ мин), X-X11 – неидентифицированные компоненты.

ulmaria необходимо отнести растения *F. palmata*, в надземных органах которых отмечено самое высокое содержание флавоноидов. В цветках и листьях *F. stepposa* также большое количество этих веществ – до 4.18 и 3.92 %, соответственно.

Методом ВЭЖХ в цветках и листьях лабазника идентифицированы гиперозид, изокверцитрин, рутин, спиреозид, авикулярин, астрагалин, кверцетин, кемпферол и эллаговая кислота. Анализ содержания отдельных соединений в

цветках и листьях исследованных видов выявил особенности в их накоплении в зависимости от вида и органа растения. Наибольшее сходство выявлено у лабазников подрода *Ulmaria* и *Eu-Filipendula*: в составе основных компонентов листьев – флавонолгликозиды гиперозид, изокверцитрин и астрагалин; в цветках растений этих видов обнаружены аналогичные гликозиды, однако их главные компоненты варьируют.

Представитель подрода *Eu-Filipendula F. vulgaris* имеет видоспецифичный набор гликозидов – это изокверцитрин, гиперозид и спиреозид. *F. palmata* - из подрода *Aceracia* – отличается от всех изученных видов лабазника наличием в цветках и листьях рутина и отсутствием спиреозида. Эллаговая кислота присутствует у растений всех изученных нами видов, большое ее количество – в цветках *F. stepposa* (6.06 мг/г).

Все исследованные нами представители рода *Filipendula* проявляли разную степень антиоксидантной активности. Растения видов *F. stepposa* и *F. vulgaris* перспективны как источники антиоксидантов.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Временная фармакопейная статья (ВФС) 42-1777-87 «Лабазника вязолистного цветки».
2. Шилова И.В., Суслов Н.И., Самылин И.А. Химический состав и ноотропная активность растений Сибири. Томск, Изд-во Томского ун-та, 2010, 236 с.
3. Беспалов В.Г., Лимаренко А.С., Войтенков Б.О., Пересунько А.П. // Химико-фармацевтический журнал. 1992. Т. 26. № 1. С. 59-61.
4. Кудряшов Б.А., Амосова Я.М., Ляпина Л.А., Осипова Н.Н., Азиева Л.Д., Ляпин Г.Ю., А.В. Басанова. // Изв. АН СССР, серия биологическая. 1991. Т. 53 (4). С. 939-942.
5. Горбачева А.В., Аксиненко С. Г., Пашинский В. Г. Лабазник вязолистный в фитотерапии воспалительных процессов. Томск, Изд-во Томского гос. пед. ун-та, 2005. 304 с.
6. Краснов Е.А., Авдеева Е.Ю. // Химия растительного сырья. 2012. № 4. С. 5-12.
7. Шилова И.В., Семенов А.А., Суслов Н.И., Короткова Е.И., Вторушина А.Н., Белякова В.В. // Химико - фармацевтический журнал. 2009. Т. 43. № 4. С. 7-11.
8. Круглова М.Ю. Дисс. канд. фарм. наук. Улан-Удэ, 2014, 22 с.
9. Высочина Г.И., Кукушкина Т.А., Васфилова Е.С., Шалдаева Т.М. // Вестник НГУ. Серия: Биология и клинич. медицина. 2014. Т. 12. вып. 3. С. 25-312.
10. Васфилова Е.С., Озорнина Н.П., Грязева А.А., Сушенцов О.Е. // Вестник Тюменского гос. университета. 2013. № 6. С. 33-40.
11. Авдеева Е.Ю., Краснов Е.А., Шилова И.В. // Химия растительного сырья. 2008. № 3. С. 115-118.
12. Авдеева Е.Ю. Дисс. канд. фарм. наук. Пермь, 2008, 27 с.
13. Федина П.А., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. // Химия растительного сырья. 2010. № 2. С. 91-97.
14. Высочина Г.И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных. Новосибирск, Наука, 2004, 240 с.
15. Беликов В.В., Шрайбер М.С. // Фармация. 1970. Т.19. № 1. С. 66-72.
16. Верниковская Н.А. Дисс. канд. хим. наук. Краснодар, 2011, 24 с.
17. Храмова Е.П., Комаревцева Е.К. // Растительные ресурсы. 2008. Т. 44. № 3. С. 96-102.
18. Бек Т.А. // J. Chromat. A. 2002. Vol. 967. № 1. pp. 21-35.
19. Яшин Я.И., Рыжнев В.Ю., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека. Москва, Транс Лит, 2009, 212 с.
20. Шилова И.В., Краснов Е.А., Короткова Е.И., Нагаев М.Г., Лукина А.Н. // Химико-фармацевтический журнал. 2006. Т. 40. № 12. С. 22-24.
21. Краснов Е.А., Ралдугин В.А., Авдеева Е.Ю. // Химико-фармацевтический журнал. 2009. Т. 43. № 11. С.24-25.

Центральный сибирский ботанический сад
СО РАН

Шалдаева Т. М., н.с., к.б.н.

Тел.: +7 952 940-19-86

E-mail: tshaldaeva @yandex.ru

Central Siberian Botanical Garden SB RAS

Shaldayeva T. M.,. Researcher, Ph.D.

Ph.: +7 952 940-19-86

E-mail: tshaldaeva @yandex.ru

Высочина Г. И., зав. лаб., д.б.н, проф.

Тел.: +7 (383) 339-98-10

E-mail: vysochina_galina@mail.ru

Костикова В. А., н.с., к.б.н.

Тел.: +7 (383) 339-98-14

E-mail: serebryakovava@mail.ru

Vysochina G. I., Mgr. of laboratory, Ph.D., prof.

Ph.: +7 (383) 339-98-10

E-mail: vysochina_galina@mail.ru

Kostikova V. A., Researcher, Ph.D

Ph.: +7 (383) 339-98-14

E-mail: serebryakovava@mail.ru

PHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF SOME SPECIES OF THE GENUS *FILIPENDULA* MILL. (ROSACEAE)

T. M. Shaldayeva, G. I. Vysochina, V. A. Kostikova.

Federal State Budgetary Research Institution, Central Siberian botanical garden
of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science

Abstract. The content of phenolic compounds and antioxidant activity of flowers and leaves of four species of the genus *Filipendula* Mill., growing on the territory of Siberia and the Far East of Russia, were investigated. All studied species of a meadowsweet contained a significant amount of flavonoids. The maximum content was found in the flowers of *F. palmata* (10,54% and 9,39%), *F. ulmaria* (8,54%) and *F. vulgaris* (8,03%). High content of flavonoids was also found in the leaves of *F. vulgaris* (7,21%), *F. palmata* (5,24%) and *F. ulmaria* (5,14%). Hyperoside, isoquercitrin, rutin, spiraeoside, avicularin, astragalin, quercetin, kaempferol and ellagic acid were identified in flowers and leaves by HPLC. The comparative analysis of chromatograms of aqueous-alcoholic extracts from flowers and leaves showed that the maximum number of compounds was found in extracts of flower of *F. ulmaria*, *F. stepposa* and *F. palmata* (8 components in each), minimum number was in leaves of *F. stepposa* (5 components in each). It is shown that the qualitative composition of the main components of the flavonoid complex is species-specific. Total content of antioxidants (AOA) at types considerably varied. The antioxidant activity of extracts of flowers is higher, than in leaves. The greatest value of AOA is revealed at flowers of *F. vulgaris* (1,43 mg/g), *F. stepposa* (1,32 mg/g) and *F. ulmaria* (1,23 mg/g). In aqueous-alcoholic extracts of leaves higher antioxidant activity at *F. vulgaris* (from 0,90 to 1,20 mg/g). At other types the activity is slightly lower: at *F. ulmaria* (from 0,47 to 1,02 mg/g) and at *F. stepposa* (from 0,63 to 1 mg/g), the smallest indicators at *F. palmata* (0,1 mg/g – 0,14 mg/g).

Keywords: Meadowsweet, *Filipendula ulmaria*, *F. stepposa*, *F. vulgaris*, *F. palmata*, flavonoids, antioxidant activity (AOA)

REFERENCES

1. Temporary pharmacopeial article 42-1777-87 «Labaznika vyazolistnogo tsvetki».
2. Shilova I.V., Suslov N.I., Samylin I.A. Khimicheskii sostav i nootropnaya aktivnost' rastenii Sibiri. Tomsk, TSU Publ., 2010, 236 p.
3. Bepalov V.G., Limarenko A.S., Voitenkov B.O., Peresun'ko A.P. Pharmaceutical Chemistry Journal, 1992, T. 26, No. 1, pp. 59-61.
4. Kudryashov B.A., Amosova Ya.M., Lyapina L.A., Osipova N.N., Azieva L.D., Lyapin G.Yu., A.V. Basanova. Proceedings of the USSR Academy of Sciences, Biological Series, 1991, T. 53 (4), pp. 939-942.
5. Gorbacheva A.V., Aksinenko S. G., Pashinskii V. G. Labaznik vyazolistnyi v fitoterapii vospalitel'nykh protsessov. Tomsk, TSPU Publ., 2005, 304 p.
6. Krasnov E.A., Avdeeva E.Yu. Chemistry of plant raw material, 2012, No. 4, pp. 5-12.
7. Shilova I.V., Semenov A.A., Suslov N.I., Korotkova E.I., Vtorushina A.N., Belyakova V.V. Pharmaceutical Chemistry Journal, 2009, T. 43, No. 4, pp. 7-11.
8. Kruglova M.Yu. Diss. cand. farm. nauk. Ulan-Ude, 2014, 22 p.
9. Vysochina G.I., Kukushkina T.A., Vasfilova E.S., Shaldaeva T.M. Bulletin of NGU. Series: biology and clinical. medicine, 2014, T. 12, No. 3, pp. 25-312.
10. Vasfilova E.S., Ozornina N.P., Gryazeva A.A., Sushentsov O.E. Tyumen State University

Herald, 2013, No. 6, pp. 33-40.

11. Avdeeva E.Yu., Krasnov E.A., Shilova I.V. Chemistry of plant raw material, 2008, No. 3, pp. 115-118.

12. Avdeeva E.Yu. Diss. cand. farm. nauk. Perm', 2008, 27 p.

13. Fedina P.A., Yashin A.Ya., Chernousova N.I. Chemistry of plant raw material, 2010, No. 2, pp. 91-97.

14. Vysochina G.I. Fenol'nye soedineniya v sistematike i filogenii semeistva grechishnykh. Novosibirsk, Nauka Publ., 2004, 240 p.

15. Belikov V.V., Shraiber M.S. Pharmacy, 1970, T. 19, No. 1, pp. 66-72.

16. Vernikovskaya N.A. Diss. cand. chem. nauk. Krasnodar, 2011, 24 p.

17. Khramova E.P., Komarevtseva E.K. Plant resources, 2008, T. 44, No. 3, pp. 96-102.

18. Beek T.A. J. Chromat. A, 2002, Vol. 967, No. 1, pp. 21-35.

19. Yashin Ya.I., Ryzhnev V.Yu., Yashin A.Ya., Chernousova N.I. Prirodnye antioksidanty. Soderzhanie v pishchevykh produktakh i ikh vliyanie na zdorov'e i starenie cheloveka. Moscow, Trans Lit Publ., 2009, 212 p.

20. Shilova I.V., Krasnov E.A., Korotkova E.I., Nagaev M.G., Lukina A.N. Pharmaceutical Chemistry Journal, 2006, T. 40, No. 12, pp. 22-24.

21. Krasnov E.A., Raldugin V.A., Avdeeva E.Yu. Pharmaceutical Chemistry Journal, 2009, T. 43, No. 11, pp. 24-25.