

**ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ *FILIPENDULA ULMARIA* (ROSACEAE)  
И БЛИЗКОРОДСТВЕННЫХ ТАКСОНОВ С РАЗЛИЧНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ  
ПРИУРОЧЕННОСТЬЮ**

**Г.И. Высочина<sup>1</sup>, В.А. Костикова<sup>1</sup>, Е.С. Васфилова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,  
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: [vysochina\\_galina@mail.ru](mailto:vysochina_galina@mail.ru)

<sup>2</sup> Ботанический сад УрО РАН,  
6200144, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202а

Изучены фенольные соединения *Filipendula ulmaria* и близкородственных таксонов *F. denudata* и *F. stepposa* методами высокоэффективной жидкостной хроматографии и спектрофотометрии. Выявлены основные флавонолы листьев – гиперозид и изокверцитрин, а у лабазников вязолистного и обнаженного – эллаговая кислота и авикулярин, у л. степного – астрагалин. Установлено, что существенных различий между л. вязолистным и л. обнаженным по качественному составу и содержанию фенольных соединений в листьях нет. Обнаружено, что в листьях л. степного отсутствует флавоноловый гликозид авикулярин, который у первых двух таксонов является мажорным компонентом. Подтверждено отсутствие явных различий между л. вязолистным и л. обнаженным и заметная обособленность от этих двух таксонов л. степного. Отмечено, что в условиях культуры в Ботаническом саду УрО РАН наблюдается снижение в соцветиях растений содержания суммы всех флавонолов и танинов по сравнению с природными условиями.

**Ключевые слова:** флавонолы, танины, катехины, ВЭЖХ, *Filipendula ulmaria*, *F. denudata*, *F. stepposa*.

**PHENOLIC COMPOUNDS OF MEADOWSWEET *FILIPENDULA ULMARIA* (ROSACEAE)  
AND CLOSELY RELATED TAXA WITH DIFFERENT ECOLOGICAL CONFINEMENT**

**G.I. Vysochina<sup>1</sup>, V.A. Kostikova<sup>1</sup>, E.S. Vasfilova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,  
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101, [vysochina\\_galina@mail.ru](mailto:vysochina_galina@mail.ru)

<sup>2</sup> Botanical Garden, UB RAS,  
6200144, Yekaterinburg, March 8 str., 202а

Phenolic compounds in closely related taxa *Filipendula ulmaria*, *F. denudata* and *F. stepposa* were studied by HPLC and spectrophotometry. The main flavonols of leaves are hyperoside and isoquercitrin. In *F. ulmaria* and *F. denudata*, in addition, significant quantities of ellagic acid and avicularin are present, and in leaves of *F. stepposa* – astragaline. No significant differences were found between *F. ulmaria* and *F. denudata* on the qualitative composition and quantitative content of phenolic compounds in the leaves. In the leaves of *F. stepposa* glycoside avicularin which is the major component at the first two taxa was not found. The study of phenolic compounds of *Filipendula* confirms the data of morphological studies: there are no obvious differences between the *F. ulmaria* and *F. denudata*, but visible isolation of *F. stepposa* from these two taxa is observed. In the conditions of the culture in the botanical garden of UB RAS observed reduction of the amount of flavonols and tannins at inflorescences compared to natural conditions.

**Key words:** flavonols, tannins, catechins, HPLC, *Filipendula ulmaria*, *F. denudata*, *F. stepposa*.

**ВВЕДЕНИЕ**

Лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.) – крупное многолетнее травянистое растение, широко используемое в научной и народной медицине России и ряда европейских стран. Разнообразие биологически активных веществ этого вида обуславливает широкий спектр его применения в медицине и вызывает интерес к научным ис-

следованиям с целью получения новых высокоэффективных лекарственных препаратов различного действия. Это растение представляет собой полиморфный вид со сложной популяционной структурой и возможным наличием внутривидовых подразделений неясного таксономического ранга, в настоящее время нет единого мнения о его таксо-

номическом статусе. При наибольшей дифференциации таксонов *Filipendula ulmaria* s. l. разделяют на отдельные виды: *F. ulmaria* s. str. – лабазник вязолистный, *F. denudata* (J. et C. Presl) Fritsch – лабазник обнаженный, *F. stepposa* Juz. – лабазник степной (Юзепчук, 1941; Сергиевская, 1965). В противоположность этому, по мнению Р.В. Камелина (2001), *F. ulmaria* является единственным видом секции *Ulmaria* (Moench) Shimisu, содержащим подвиды *subsp. ulmaria*, *subsp. denudata* и *subsp. pickbaueri*. Последний подвид многими исследователями (Сергиевская, 1965; Шанцер, 1989; Маевский, 2006) рассматривается как отдельный вид – *F. stepposa*. Что касается л. обнаженного, то некоторые авторы (Кожевников, 1987; Шанцер, 1989; Маевский, 2006) не выделяют его даже в качестве внутривидового таксона (подвида), считая, что это лишь одна из крайних форм изменчивости *F. ulmaria* по особенностям опушения стеблевых листьев.

Лабазник обнаженный морфологически отличается от л. вязолистного тем, что у него листья сверху и снизу одноцветные, голые либо снизу только по жилкам слабо прижато-волосистые (Камелин, 2001). У л. вязолистного листья опушены с нижней стороны белым или сероватым войлочком (Сергиевская, 1965). При этом для л. обнаженного характерны более увлажненные и затененные места, чем л. вязолистного, на основании чего некоторые исследователи считают, что их морфологические различия обусловлены только экологическими причинами.

Ареал *F. denudata* – Европа, также он доходит до Урала и, по-видимому, не заходит в Западную Сибирь. Ареал *F. ulmaria* намного шире: помимо Европы он включает также значительную часть Азиатской России и простирается через Западную Сибирь до Енисея и Подкаменной Тунгуски. В европейской части России он заходит на север дальше, чем *F. denudata*. Особенностью л. обнаженного является, вероятно, и отсутствие “чистых” популяций. Исследователи, работавшие с лабазниками,

в популяциях *F. denudata* обнаруживали в том или ином количестве и растения *F. ulmaria* s. str., что стало также одной из причин отрицания видового статуса л. обнаженного.

Для л. степного (*F. stepposa*) в настоящее время многие авторы (Шанцер, 1989; Маевский, 2006; Куликов, 2010) признают самостоятельный видовой статус: и морфологически, и экологически он заметно отличается от л. вязолистного. Данный вид распространен в степной зоне от Паннонии до восточного Казахстана; на большей части ареала он симпатричен с *F. ulmaria*. Однако л. степной характерен для более аридных местообитаний – луговых степей и суходольных лугов, в то время как л. вязолистный в степной зоне встречается вдоль водотоков, по берегам речек и стариц (Шанцер, 1989). При этом л. степной отличается меньшей высотой, густым беловолочным опушением листьев и немного другой их формой.

Представляет интерес сравнение химического состава растений трех указанных близкородственных таксонов лабазника: есть ли различия между ними и насколько они велики.

Изучение химического состава растений л. вязолистного проводилось рядом исследователей. Для л. обнаженного такие данные единичны, а для л. степного они отсутствуют. Ранее установлено наличие в траве л. вязолистного флавоноловых агликонов – кверцетина и кемпферола, гликозидов кверцетина – изокверцитрина, рутина, авикулярина, спиреозида, гиперозида (Краснов и др., 2006; Шилова и др., 2009; Шилова, 2010; Моисеев, 2011; Шалдаева, 2015; Hasler et al., 1989; Pemp et al., 2007). В надземной части л. вязолистного, кроме того, обнаружен лютеолин (Бандюкова, 1969; Сюзева, Новикова, 1973; Popescu et al., 2000); установлено наличие эллаговой кислоты (Авдеева и др., 2007; Шилова, 2010). В растениях этого вида найдены также хлорогеновая кислота, галловая кислота, эллаготанины, катехин, флавоноловый гликозид – астрагалин (Pukalskienė et al., 2015).

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Лекарственное растительное сырье (цветки и листья) лабазников вязолистного, обнаженного и степного заготавливали в период массового цветения (июль). Материал собирали в 2011–2015 гг. в природных популяциях на территории Среднего Урала (Свердловская обл.) и Южного Зауралья (Курганская обл.), а также в условиях культуры в Ботаническом саду Уральского отделения РАН (Екатеринбург) (табл. 1). При этом отдельно анализировали образцы лабазника вязолистного, собранные в “чистых” популяциях, т. е. содержащих только особи *F. ulmaria* s. str., и в “смешанных”, со-

держащих одновременно особи *F. ulmaria* s. str. и *F. denudata*.

Исследование фенольных соединений в листьях уральских видов лабазника проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) по следующей методике. Точную навеску (0.5 г) воздушно-сухого материала, измельченного до размера частиц 1 мм, помещали в колбу емкостью 100 мл, заливали 30 мл 70%-го этанола и экстрагировали на кипящей водяной бане с обратным холодильником в течение 30 мин. Полученную вытяжку охлаждали, фильтровали в чистую колбу.

## Образцы лабазника, проанализированные методами ВЭЖХ\* и спектрофотометрии\*\*

Номер выборки	Географическое положение ценопопуляции	Год сбора материала
<i>Filipendula ulmaria</i> , “чистые” популяции		
1	Свердловская обл., Камышловский р-н, около с. Обуховское	2010
2	То же	2012
3	<b>Свердловская обл., Алапаевский р-н, окрестности с. Арамашево</b>	2012
4	Свердловская обл., г.о. Березовский, около пос. Ключевск	2012
5	Свердловская обл., Пышминский р-н, 2 км на восток от с. Черемыш	2012
6	Ботанический сад УрО РАН (г. Екатеринбург)	2011
7	То же	2013
8	»	2015
<i>Filipendula ulmaria</i> , “смешанные” популяции ( <i>F. ulmaria</i> + <i>F. denudata</i> )		
9	<b>Свердловская обл., г.о. Полевской, окрестности пос. Курганово</b>	2012
10	<b>Кировская обл., Вятскополянский р-н, пгт Красная Поляна</b>	2011
11	Свердловская обл., Ревдинский р-н, 8 км на юг от г. Ревда, берег р. Пузаниха	2012
<i>Filipendula denudata</i>		
12	<b>Кировская обл., Вятскополянский р-н, пгт Красная Поляна</b>	2011
13	<b>Свердловская обл., г.о. Полевской, окрестности пос. Курганово</b>	2012
14	Свердловская обл., пгт Арти, восточная окраина	2011
15	Свердловская обл., Ревдинский р-н, 8 км на юг от г. Ревда, берег р. Пузаниха	2012
16	Ботанический сад УрО РАН (г. Екатеринбург)	2011
17	То же	2013
18	»	2015
<i>Filipendula stepposa</i>		
19	<b>Курганская обл., Притобольский р-н, окрестности с. Давыдовка</b>	2013
20	<b>Курганская обл., Звериноголовский р-н, около с. Звериноголовское</b>	2013
21	Курганская обл., Юргамышский р-н, 7 км на север от с. Гагарье	2013
22	Курганская обл., Каргапольский р-н, около д. Жикина	2013
23	<b>Ботанический сад УрО РАН (г. Екатеринбург)</b>	2015

\* Образцы, проанализированные методом ВЭЖХ, выделены жирным шрифтом.

\*\* Все образцы проанализированы спектрофотометрическими методами.

Сырье повторно заливали 20 мл 70%-го этанола и кипятили в течение 20 мин, фильтровали в колбу с полученным ранее экстрактом. После фильтрации остаток в колбе и на фильтре промывали 5 мл 70%-го спирта. Замеряли объем полученного объединенного экстракта.

Затем 1 мл экстракта разбавляли бидистиллированной водой до 5 мл и пропускали через концентрирующий патрон Диапак С16 (ЗАО “Био-ХимМак”) для освобождения от примесей гидрофильной природы. Вещества смывали с патрона небольшим количеством (3 мл) 70%-го этанола, а затем 2 мл 96%-го этанола. Объединенный элюат пропускали через мембранный фильтр с диаметром пор 0.45 мкм.

Анализ фенольных соединений, содержащихся в элюате, выполняли на аналитической ВЭЖХ-системе, состоящей из жидкостного хроматографа “Agilent 1200” с диодноматричным детектором и системой для сбора и обработки хроматографических данных ChemStation. Разделение проводили на колонке Zorbax SB-C18, размером 4.6 × 150 мм,

с диаметром частиц 5 мкм, применив 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 длине волны ( $\lambda$ ) 360 нм.

Для приготовления подвижных фаз использовали метиловый спирт (ос. ч.), ортофосфорную кислоту (ос. ч.), бидистиллированную воду. 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 кверцетин, кемпферол (“Sigma-Aldrich”), гиперозид, изокверцитрин, спиреозид, авикулярин, астрагалин и эллаговую кислоту (“Fluka”).

Количественное определение индивидуальных компонентов в образцах растений проводили

по методу внешнего стандарта как наиболее оптимальному для хроматографического анализа многокомпонентных смесей (Beek, 2002).

Содержание индивидуальных компонентов ( $C_x$ ) вычисляли по формуле (мг/г от массы воздушно-сухого сырья):

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

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

Помимо этого, на протяжении ряда лет (2010–2015) в различных природных популяциях на территории Свердловской и Курганской областей и в условиях культуры в Ботаническом саду УрО РАН изучали количественное содержание флавонолов, танинов (гидролизующих дубильных веществ) и

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В литературе приводятся данные об относительном постоянстве качественного состава флавоноидов, независимо от местообитания и года сбора (Храмова, Сыева, 2015). Но количественные различия в зависимости от органов растений, места и времени сбора существенны.

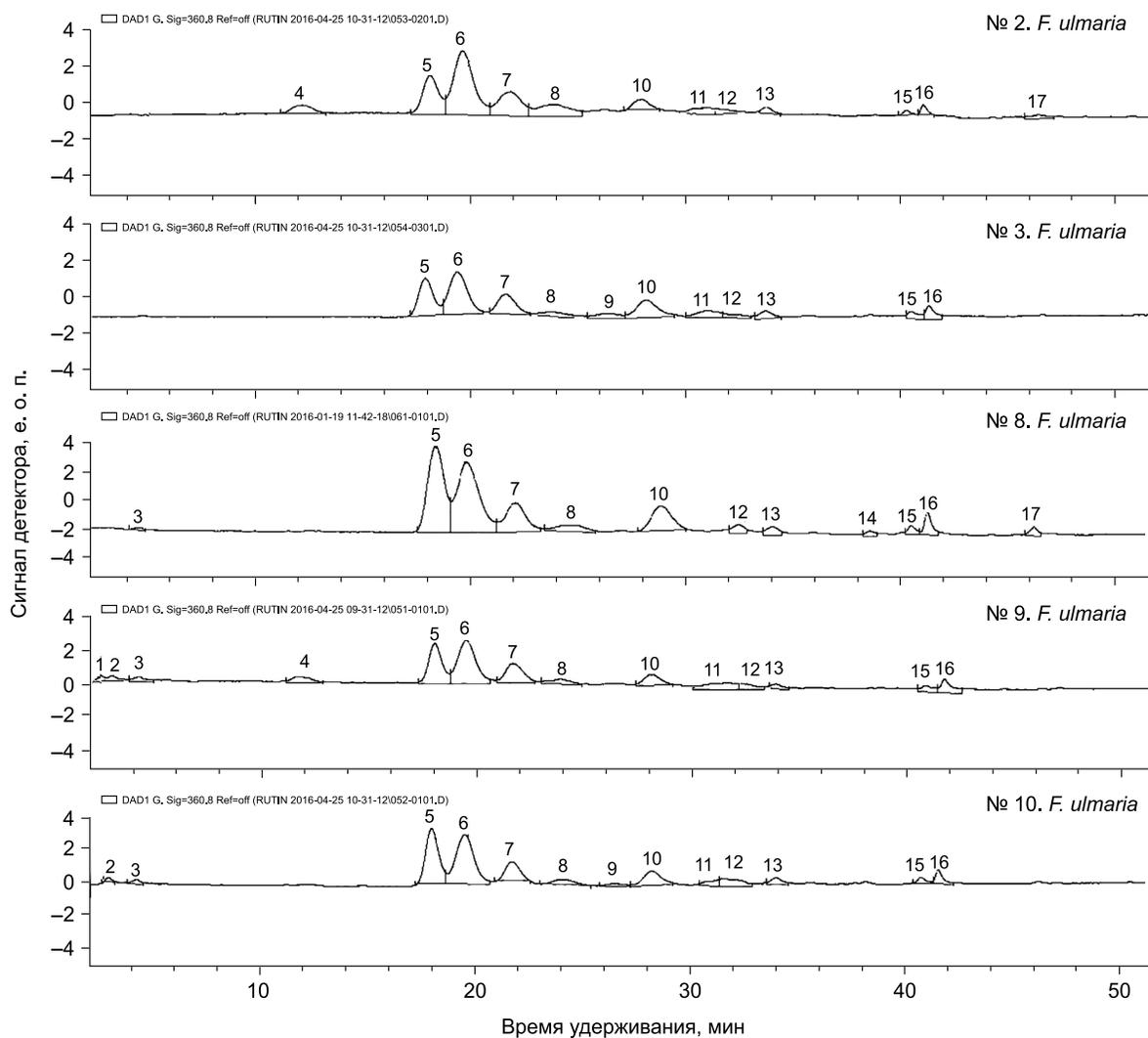
Наши исследования показали, что качественный состав фенольного комплекса у растений одного и того же таксона из различных местообитаний сходен. Наиболее близок качественный состав фенольных соединений у лабазников вязолистного и обнаженного (рис. 1, 2). У обоих таксонов во всех изученных образцах присутствуют агликон кверцетин и его гликозиды гиперозид, изокверцитрин и авикулярин, а также эллаговая кислота. При этом в максимальных количествах встречаются гиперозид и изокверцитрин: соответственно 4.3–7.0 и 7.7–9.0 мг/г воздушно-сухого сырья в природных популяциях л. вязолистного, 4.6–7.5 и 8.2–10.2 мг/г в природных популяциях л. обнаженного. Немного ниже содержание авикулярина и эллаговой кислоты (табл. 2). Свободный кверцетин присутствует в небольшом количестве.

У л. вязолистного, помимо вышеупомянутых соединений, во всех популяциях обнаружен астрагалин – гликозид кемпферола; однако у л. обнаженного в популяции № 13 он отсутствовал. У обоих таксонов не во всех образцах и в очень малом количестве обнаружен флавоноловый агликон – кемпферол; в некоторых образцах присут-

ствует гликозид кверцетина – спиреозид, но его содержание меньше, чем всех остальных гликозидов (см. табл. 2).

У л. степного постоянными компонентами являются гиперозид, изокверцитрин, астрагалин, эллаговая кислота (рис. 3). При этом в максимальном количестве накапливается гиперозид (5.0–7.4 мг/г в природных популяциях); немного ниже содержание изокверцитрина и астрагалина. В некоторых образцах встречаются в малых количествах кверцетин и спиреозид (см. табл. 2). Ни в одном из образцов не обнаружены авикулярин, свободный кемпферол и неидентифицированные компоненты 8 и 16 (см. рис. 3). Следует также отметить, что у л. степного, по сравнению с двумя другими изучаемыми таксонами, как в природных популяциях, так и в условиях культуры в листьях заметно снижено содержание свободного кверцетина, изокверцитрина, суммы всех флавонолов и эллаговой кислоты (см. табл. 2).

Таким образом, основными флавонолами листьев всех изученных таксонов лабазника являются гликозиды – гиперозид и изокверцитрин. У лабазников вязолистного и обнаженного, кроме того, в заметных количествах присутствуют эллаговая кислота и авикулярин, а у л. степного – астрагалин. Спиреозид встречается не во всех образцах, и содержание его невелико. По данным J.L. Lamaison et al. (1992), спиреозид характерен в большей степени для цветков лабазника, в то вре-



**Рис. 1.** ВЭЖХ-хроматограммы экстрактов из листьев растений лабазника вязолистного.

Образцы № 2, 3 – из “чистых” популяций; № 8 – из условий культуры; № 9, 10 – из “смешанных” популяций (*F. ulmaria* + *F. denudata*).

5 – гиперозид ( $t_r$  18.4 мин), 6 – изокверцитрин ( $t_r$  19.8 мин), 7 – эллаговая кислота ( $t_r$  22.4 мин), 9 – спиреозид ( $t_r$  26.8 мин), 10 – авикулярин ( $t_r$  28.8 мин), 12 – астрагалин ( $t_r$  32.5 мин), 15 – кверцетин ( $t_r$  40.8 мин), 17 – кемферол ( $t_r$  47.8 мин); остальные вещества – неидентифицированные компоненты. Здесь и на рис. 2, 3 е.о.п. – единица оптической плотности.

мя как гиперозид накапливается преимущественно в листьях и черешках. Агликоны в листьях растений изученных нами образцов присутствуют в ничтожно малых количествах.

Не обнаружено по качественному составу и количественному содержанию фенольных соединений в листьях существенных различий между л. вязолистным и л. обнаженным. В листьях л. степного, в отличие от этих таксонов, не обнаружен гликозид – авикулярин, который у первых двух таксонов является мажорным компонентом (см. рис. 1–3). Ценность фенольных гликозидов для систематики мелких таксономических единиц (вид, раса, форма) отмечена нами ранее; изучение их качественного состава важно для выяснения степени родства видов (Высочина, 2004). В данном случае наличие/отсутствие флавонолового глико-

зида авикулярина позволяет, по-видимому, идентифицировать соответствующие близкородственные таксоны лабазника.

Следует также отметить, что наличие арабинозы в фенольных О-гликозидах (характерное для авикулярина, присутствующего в листьях лабазников вязолистного и обнаженного) является признаком эволюционно продвинутых таксонов (Richardson, 1972, цит. по: Высочина, 2008). По мнению И.А. Шанцера (1989), и л. вязолистный, и л. степной произошли от общей предковой формы, отделившейся в миоцене от *Filipendula vestita* и давшей в течение плиоцена и плейстоцена начало как *F. ulmaria* (в широком смысле, включая растение, относимые рядом исследователей к таксону *F. denudata*), так и *F. stepposa*. При этом северные популяции, проникшие в зону хвойно-широко-

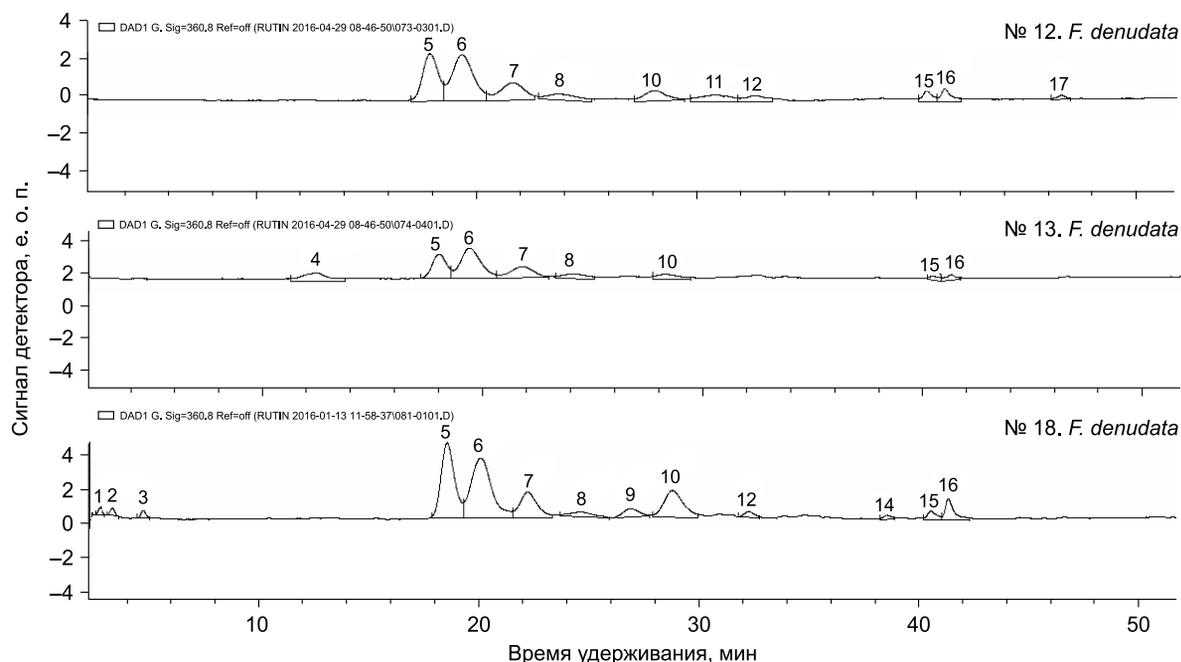


Рис. 2. ВЭЖХ-хроматограммы экстрактов из листьев растений лабазника обнаженного. Образцы № 12, 13 – из природных популяций; № 18 – из условий культуры. Обозначения компонентов см. на рис. 1.

Таблица 2

Содержание фенольных соединений в листьях растений рода *Filipendula*  
(мг/г массы воздушно-сухого сырья)

Номер выборки	Таксон	Гиперозид	Изо-кверцитрин	Спиреозид	Авикулярин	Астрагалин	Кверцетин	Кемпферол	Сумма флавонолов	Эллаговая кислота	Сумма фенольных соединений
<i>Природные популяции</i>											
2	<i>F. ulmaria</i> , “чистая” популяция	4.25	8.59	Следы	1.14	0.53	0.14	0.23	14.9	2.82	17.72
3	То же	6.52	8.95	1.57	4.44	1.05	0.35	Нет	23.9	4.32	28.22
9	<i>F. ulmaria</i> , “смешанная” популяция	5.32	7.65	Нет	1.97	0.61	0.33	»	15.9	3.30	19.2
10	То же	6.99	9.02	0.72	2.73	1.75	0.23	Следы	23.2	2.83	26.03
12	<i>F. denudata</i>	7.54	10.2	Нет	2.56	2.79	0.38	0.24	23.7	4.65	28.35
13	»	4.58	8.17	»	1.88	Следы	0.20	Следы	14.8	3.61	18.41
19	<i>F. stepposa</i>	4.96	1.95	0.71	Нет	2.29	0.16	Нет	10.1	0.88	10.98
20	»	7.41	2.36	Нет	»	3.91	Нет	»	13.7	1.79	15.49
<i>Условия культуры</i>											
3	<i>F. ulmaria</i>	4.14	4.58	Нет	1.44	0.71	0.15	0.09	11.1	1.83	12.94
18	<i>F. denudata</i>	1.47	1.77	0.33	0.77	0.09	0.06	Нет	4.5	0.68	5.17
23	<i>F. stepposa</i>	0.60	0.34	Нет	Нет	0.29	0.04	»	1.3	0.13	1.4

лиственных лесов Урала и Сибири, дали начало умеренному лесному мезофиту *F. ulmaria*, а южные популяции, оказавшиеся в зоне прогрессивной аридизации, претерпели более значительные эволюционные изменения и дали начало *F. stepposa*. Возможно, отсутствие авикулярина в листьях растений л. степного дает основание говорить о его меньшей эволюционной продвинутости.

Ранее (Сушенцов, Васфилова, 2015) на основании изучения внутри- и межпопуляционной изменчивости большого количества морфологиче-

ских показателей растений в природных популяциях лабазников вязолистного, обнаженного и степного было показано, что различия между “чистыми” ценопопуляциями, состоящими только из растений *F. ulmaria* s. str., и “смешанными” ценопопуляциями, состоящими из особей как *F. ulmaria* s. str., так *F. denudata*, сопоставимы с межгеновой изменчивостью в пределах отдельных ценопопуляций. Таксон *F. denudata* нельзя считать самостоятельным видом или подвидом; он может рассматриваться в качестве формы или вариации.

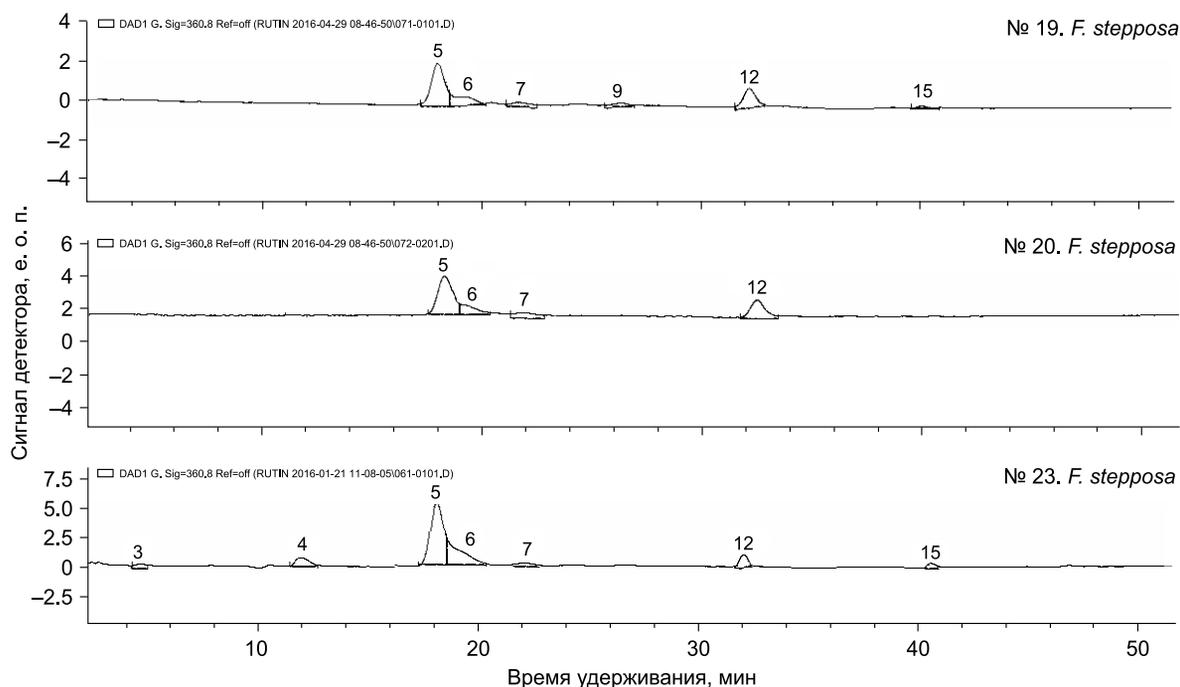


Рис. 3. ВЭЖХ-хроматограммы экстрактов из листьев растений лабазника степного.

Образцы № 19, 20 – из природных популяций; № 23 – из условий культуры.

Обозначения компонентов см. на рис. 1.

В то же время установлено, что ценопопуляции *F. stepposa* значительно отличаются от ценопопуляций остальных таксонов *F. ulmaria* s. l. как по комплексу морфологических признаков, так и по отдельным признакам. Полученные данные свидетельствуют в пользу выделения *F. stepposa* в качестве подвида или отдельного вида. Исследование качественного состава и содержания фенольных соединений лабазников подтверждает данные морфологических исследований – отсутствие яв-

ных различий между л. вязолистным и л. обнаженным и заметную обособленность л. степного от этих двух таксонов.

Одновременно с изучением фенольных соединений методом ВЭЖХ исследовано содержание флавонолов, танинов и катехинов в листьях и соцветиях растений указанных таксонов из различных природных популяций (табл. 3).

В результате хроматографического анализа установлено пониженное содержание суммы иден-

Таблица 3

**Содержание различных групп фенольных соединений в соцветиях и листьях растений рода *Filipendula***

Таксон	Орган растения	Флавонолы, %	Танины, %	Катехины, %
<i>Природные популяции</i>				
<i>F. ulmaria</i> , “чистые” популяции	Соцветия	7.8–12.0	43.2–58.4	0.14–0.17
	Листья	3.6–4.9	21.7–25.9	0.59–1.95
<i>F. ulmaria</i> , “смешанные” популяции	Соцветия	8.7–12.9	43.0–56.8	0.10–0.19
	Листья	3.7–6.3	23.3–28.9	0.63–1.63
<i>F. denudata</i>	Соцветия	9.2–11.9	45.8–58.4	0.08–0.26
	Листья	2.3–5.7	21.1–36.5	0.77–3.2
<i>F. stepposa</i>	Соцветия	6.4–9.8	34.2–50.5	0.30–0.58
	Листья	4.4–5.4	19.2–24.0	0.72–2.6
<i>Условия культуры</i>				
<i>F. ulmaria</i>	Соцветия	5.6–9.31	32.1–44.49	0.07–0.25
	Листья	3.1–4.93	19.4–23.93	0.44–1.44
<i>F. denudata</i>	Соцветия	4.4–7.73	28.8–46.19	0.07–0.32
	Листья	3.0–4.76	24.7–26.82	0.39–2.09
<i>F. stepposa</i>	Соцветия	4.32	27.21	0.19
	Листья	2.82	13.28	0.62

тифицированных флавоноловых гликозидов и агликонов (в 1.6 раза в природных популяциях), а также эллаговой кислоты (в 2.7 раза в природных популяциях) в листьях растений л. степного по сравнению с лабазниками вязолистным и обнаженным. Спектрофотометрические методы показали, что у л. степного в природных популяциях немного снижено содержание флавонолов и дубильных веществ в соцветиях по сравнению с лабазниками вязолистным и обнаженным. Однако количество катехинов в соцветиях л. степного заметно повышено (в 2.5–3.0 раза) по сравнению с двумя другими изучаемыми таксонами (см. табл. 3). При этом л. степной не отличается от других таксонов по содержанию суммы флавонолов (в пересчете на рутин), катехинов и танинов в листьях.

Лабазники вязолистный и обнаженный не различаются между собой по содержанию изученных биологически активных веществ в листьях и соцветиях.

В условиях культуры в Ботаническом саду УрО РАН у всех изучаемых таксонов наблюдается снижение содержания суммы флавонолов и тани-

нов в соцветиях примерно в 1.5 раза по сравнению с природными условиями (см. табл. 3). Таким образом, условия культуры в Ботаническом саду УрО РАН оказываются, по-видимому, неблагоприятными для накопления биологически активных веществ в лабазниках.

Аналогичные данные о снижении количества флавоноидов при переносе растений в условия культуры приводят и другие исследователи. Так, по данным А.В. Киселевой с соавторами (1991), количество флавоноидов у володушки многожильчатой, произрастающей на Юго-Восточном Алтае, на 20–70 % выше, чем у растений этого вида, выращенных в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН (ЦСБС, Новосибирск) и Всесоюзном институте лекарственных растений (ВИЛР, Москва). Е.П. Храмова (2014) отмечает, что в листьях растений *Pentaphylloides fruticosus* (пятилистника кустарникового), выращенных в ЦСБС, общее содержание флавоноидов снижено на 40–50 % по сравнению с особями, растущими в естественных условиях на Алтае. Возможно, снижение содержания флавоноидов при переходе к возделыванию растений является общей закономерностью.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение фенольных соединений лабазника вязолистного (*Filipendula ulmaria*) и близкородственных таксонов методами ВЭЖХ и спектрофотометрии позволило установить следующее.

Основными флавонолами листьев всех изученных таксонов лабазника являются гликозиды гиперозид и изокверцитрин. У лабазников вязолистного и обнаженного, кроме того, в заметных количествах присутствуют эллаговая кислота и авикулярин, а у л. степного – астрагалин. Спиреозид встречается не во всех образцах листьев, и содержание его невелико. Агликоны присутствуют в малых количествах, при этом свободный кемпферол найден не во всех популяциях.

Не обнаружено существенных различий между л. вязолистным и л. обнаженным по качественному составу и содержанию фенольных соединений в листьях. Однако в листьях л. степного, в отличие от этих таксонов, отсутствует флавоноловый гликозид авикулярин, который у первых двух таксонов является мажорным компонентом. Наличие этого гликозида позволяет, по-видимому, идентифицировать соответствующие близкородственные

таксоны лабазника. Установлено также пониженное содержание свободного кверцетина, изокверцитрина, суммы идентифицированных флавонолов, а также эллаговой кислоты в листьях растений л. степного по сравнению с лабазниками вязолистным и обнаженным.

Изучение качественного состава и содержания фенольных соединений лабазников подтверждает данные проведенных нами ранее морфологических исследований в природных популяциях – отсутствие явных различий между л. вязолистным и л. обнаженным и заметную обособленность л. степного от этих двух таксонов.

В условиях культуры в Ботаническом саду УрО РАН у всех изучаемых таксонов наблюдается снижение содержания суммы всех флавонолов (в пересчете на рутин) и танинов в соцветиях по сравнению с природными условиями.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 16-34-00106 мол\_а.*

## ЛИТЕРАТУРА

Авдеева Е.Ю., Шилова И.В., Краснов Е.А., Ралдугин В.А. Тритерпеновые и фенольные соединения лабазника вязолистного // Химия и медицина: Материалы. VI Всерос. науч. семинара с молодежной науч. школой. Уфа, 2007. С. 122–123.

Бандюкова В.А. Распространение флавоноидов в некоторых семействах высших растений // Раст. ресурсы. 1969. Т. 5, вып. 4. С. 590–600.

Беликов В.В., Шрайбер М.С. Методы анализа флавоноидных соединений // Фармация. 1970. № 1. С. 66–72.

- Высочина Г.И.** Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных. Новосибирск, 2004. 240 с.
- Высочина Г.И.** Эволюция и филогенетические отношения родов в семействе *Polygonaceae* – Гречишные в связи с биогеозом фенольных соединений // Раст. мир Азиатской России. 2008. № 2. С. 1–8.
- Высочина Г.И., Кукушкина Т.А., Васфилова Е.С.** Биологически активные вещества растений рода *Filipendula* Mill. на Среднем Урале // Вестн. НГУ. Сер.: Биология, клиническая медицина. 2013. Т. 11, вып. 3. С. 50–55.
- Камелин Р.В.** Род 3. Лабазник, Таволга – *Filipendula* Mill. // Флора Восточной Европы. Т. 10. Покрытосеменные, двудольные. СПб., 2001. С. 314–317.
- Киселева А.В., Волхонская Т.А., Киселев В.Е.** Биологически активные вещества лекарственных растений Южной Сибири. Новосибирск, 1991. 136 с.
- Кожевников Ю.П.** Популяционно-генетическая изменчивость видов и ее отражение в систематике растений // Бот. журн. 1987. Вып. 7. С. 874–886.
- Краснов Е.А., Ралдугин В.А., Шилова И.В., Авдеева Е.Ю.** Фенольные соединения *Filipendula ulmaria* // Химия природных соединений. 2006. № 2. С. 122–124. [То же. E.A. Krasnov, V.A. Raldugin, I.V. Shilova, E.Yu. Avdeeva. Phenolic compounds from *Filipendula ulmaria* // Chem. Natural Compounds. 2006. V. 42, No. 2. P. 148–151.]
- Кукушкина Т.А., Зыков А.А., Обухова Л.А.** Манжетка обыкновенная (*Alchemilla vulgaris* L.) как источник лекарственных средств // Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения: Материалы VII Междунар. съезда. СПб., 2003. С. 64–69.
- Куликов П.В.** Определитель сосудистых растений Челябинской области. Екатеринбург, 2010. 968 с.
- Маевский П.Ф.** Флора средней полосы европейской части России. 10-е изд. испр. и доп. М., 2006. 600 с.
- Моисеев Д.В.** Разработка и валидация методики определения флавоноидов в соцветиях лабазника вязолистного методом жидкостной хроматографии // Вестн. фармации. 2011. № 4 (54). С. 36–42.
- Сергиевская Е.В.** Подрод *Ulmaria* Moench рода *Filipendula* Adans. на территории СССР и распространение его видов // Ареалы растений флоры СССР. Л., 1965. С. 179–190.
- Сушенцов О.Е., Васфилова Е.С.** Изучение внутри- и межпопуляционной изменчивости и взаимосвязи таксонов *Filipendula ulmaria* s. l. на Среднем Урале и в Южном Зауралье // Бот. журн. 2015. Вып. 7. С. 710–720.
- Сюзева З.Ф., Новикова Н.Н.** О флавоноидном составе лабазника вязолистного // Науч. труды Пермск. фармацевт. ин-та. 1973. Вып. 5, № 2. С. 22–26.
- Хворост О.П., Беликов В.В., Сербин А.Г., Комиссаренко Н.Ф.** Сравнительная количественная оценка содержания дубильных веществ у *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. // Раст. ресурсы. 1986. Т. 22, вып. 2. С. 258–262.
- Храмова Е.П.** Состав и содержание флавоноидов *Pentaphylloides fruticosus* в природе и культуре // Химия раст. сырья. 2014. № 1. С. 185–193.
- Храмова Е.П., Сыева С.Я.** Состав и содержание фенольных соединений *Pentaphylloides parviflora* (Rosaceae) в связи с условиями произрастания в Центральном Алтае // Раст. мир Азиатской России. 2015. № 4. С. 71–78.
- Шалдаева Т.А.** Исследование некоторых видов рода *Filipendula* Mill. на содержание флавоноидов и антиоксидантную активность // Химия раст. сырья. 2015. № 1. С. 217–220.
- Шанцер И.А.** О географической изменчивости и эволюции *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. и близких видов // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1989. Т. 94, вып. 6. С. 59–69.
- Шилова И.В.** Химический состав растений Сибири и разработка ноотропных средств на их основе: Автореф. дис. ... д-ра фарм. наук. Пятигорск, 2010. 48 с.
- Шилова И.В., Семенов А.А., Суслов Н.И., Короткова Е.И., Вторушина А.Н., Белякова В.В.** Химический состав и биологическая активность фракции экстракта лабазника вязолистного // Хим.-фармацевт. журн. 2009. Т. 43, № 4. С. 7–11. [То же. I.V. Shilova, A.A. Semenov, N.I. Suslov, E.I. Korotkova, A.N. Vtorushina, V.V. Belyakova. Chemical composition and biological activity of a fraction of Meadow-sweet extract // Pharmaceutical Chem. J. 2009. V. 43, No. 4. P. 185–190.]
- Юзепчук С.В.** Род Лабазник – *Filipendula* Adans. // Флора СССР. М.; Л., 1941. Т. 10. С. 279–289.
- Beek T.A.** Chemical analysis of *Gingo biloba* leaves and extracts // J. Chromatogr. A. 2002. No. 967. P. 21–35.
- Hasler A., Meier B., Sticher O.** HPLC analysis of 5 widespread flavonoid aglycones // Planta Med. 1989. V. 66. P. 616–617.
- Lamaison J.L., Petitjean-Freytet C., Camat A.** Content of principal flavonoids from the aerial parts of *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. subsp. *ulmaria* and subsp. *denudata* (J. et C. Presl) Hayek // Pharm. Acta Helv. 1992. V. 67, No. 8. P. 218–222.
- Pemp E., Reznicek G., Krenn L.** Fast quantification of flavonoids in *Filipendula ulmaria* eos by HPLC/ESIMS using a non porous stationary phase // J. Anal. Chem. 2007. V. 62. P. 669–673.
- Popescu M.L., Istudor V., Parvu C.** Research on obtaining a preparation of external use with antimicrobial and anti-inflammatory activities // Farmacia. 2000. V. 48, No. 3. P. 85–89.
- Pukalskienė M., Venskutonis P.R., Pukalskas A.** Phytochemical characterization of *Filipendula ulmaria* by UPLC/Q-TOF-MS and evaluation of antioxidant activity // Records of Natural Products. 2015. V. 9 (3). P. 451–455.