

УДК 582.711+ 575.858:577.13

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ
ОСОБЕННОСТИ РОДА *DASIPHORA* (ROSACEAE)
РОССИЙСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА И
БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ**

***Е. В. Андышева*¹, *Е. П. Храмова*², *П. В. Крестов*³**

¹Амурский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН, Благовещенск

²Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск

³Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток

Представлены результаты изучения межвидовой морфологической и биохимической изменчивости у пяти видов и одной разновидности из рода *Dasiphora*: *D. fruticosa*, *D. parvifolia*, *D. mandshurica*, *D. gorovoi*, *D. davurica* s. str., *D. davurica* var. *flava* и внутривидовой межпопуляционной морфологической изменчивости у *D. fruticosa*. Установлено, что для каждого вида характерен свой фенольный профиль. Выделены виды по основным типам флавонолгликозидов, в зависимости от природы агликона: для *D. fruticosa* и *D. davurica* характерны гликозиды кверцетина, для *D. mandshurica* и *D. gorovoi* – гликозиды рамнетина, для *D. mandshurica* и *D. fruticosa* – гликозиды кемпферола. По максимальному содержанию фенольных соединений выделены виды *D. fruticosa* и *D. gorovoi*, по содержанию эллаговых дубильных веществ – *D. fruticosa* и *D. davurica*. Установлено, что морфологические признаки листа и чашечки цветка у *Dasiphora* видоспецифичны и могут быть использованы для идентификации видов.

К л ю ч е в ы е с л о в а: *Dasiphora*, морфология, биохимия, фенольные соединения, Байкальская Сибирь, Дальний Восток России.

**MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL FEATURES OF *DASIPHORA*
(ROSACEAE) IN THE RUSSIAN FAR EAST
AND THE BAIKAL SIBERIA**

***E. V. Andysheva*¹, *E. P. Khramova*², *P. V. Krestov*³**

¹Amurskii Branch of the Botanical Garden-Institute FEB RAS, Blagoveshensk

²Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk

³Botanical Garden-Institute FEB RAS, Vladivostok

The morphological variability, composition and the content of phenolic compounds in five species and one variety of the genus *Dasiphora*: *D. fruticosa*,

D. parvifolia, *D. mandshurica*, *D. gorovoi*, *D. davurica* s. str., *D. davurica* var. *flava*, as well as intraspecific and interpopulation morphological variability of *D. fruticosa*, were studied. Each of the species under study has its own phenolic profile. Main glycosides of flavonol types were identified: the quercetin glycosides characterized *D. fruticosa* and *D. davurica*, rhamnetin glycosides – *D. mandshurica* and *D. gorovoi*, kaempferol glycosides – *D. mandshurica* and *D. fruticosa*. *D. fruticosa* and *D. gorovoi* have maximum content of phenolic compounds (total and by groups), *D. fruticosa* and *D. davurica* – maximum content of ellagic tannins. The morphological features of leaf and calyx in *Dasiphora* can be used for species identification.

Keywords: *Dasiphora*, morphology, biochemistry, phenolic compounds, Eastern Siberia, Russian Far East.

Введение

Род *Dasiphora* в Азиатской России представлен (Пшенникова, 2006; Конспект флоры..., 2012; Пшенникова, Миронова, 2014) пятью видами: *D. fruticosa* (L.) Rydb., *D. parvifolia* (Fisch. ex Lehm.) Juz., *D. mandshurica* (Maxim.) Juz., *D. gorovoi* Pshennikova, *D. davurica* (Nestler) Kom. и ее разновидностью *D. davurica* var. *flava* (Worosch.) Gorovoi, Pshennikova et Volkova; последнюю Л.М. Пшенникова ныне склонна считать самостоятельным видом (Pshennikova, 2016). Ниже нами используется название *D. davurica* var. *flava*.

Систематическое положение этого рода со времен К. Линнея и до настоящего времени остается спорным. Одни исследователи относят кустарниковые виды лапчаток к роду *Potentilla* L., секции *Rhopalostylae* (Th. Wolf) Gusuleac (Wolf, 1908; Soják, 1987; Камелин, 1998; Li et al., 2003), другие выделяют в отдельный род *Pentaphylloides* Hill (Schwarz, 1949; Löve, 1954; Курбатский, 1984, 1988), однако это название оказалось незаконным: для рода следует использовать название *Dasiphora* Raf., которое ранее уже правильно применяли разные авторы (Юзепчук, 1941; Klackenberg, 1983; Конспект флоры..., 2012). Мы относим кустарниковые виды к роду *Dasiphora*. Многие виды этого рода – ценные лекарственные растения, неприхотливые, красивоцветущие кустарники. Наиболее широко распространенным и наиболее изученным видом является *D. fruticosa*. Он интересен как декоративное растение

и ценен своими лекарственными свойствами, которые обусловлены наличием в его составе фенольных соединений. Настои и отвары из листьев лапчатки применяются как кровоостанавливающее, противовоспалительное, успокаивающее, обезболивающее средство (Растительные ресурсы..., 2009). В последние десятилетия изучению биохимического состава природных и интродукционных растений *D. fruticosa* посвящены работы сотрудников лаборатории фитохимии Центрального сибирского ботанического сада (Храмова и др., 1999, 2010, 2014), Новосибирского института органической химии им. Н. Н. Ворожцова СО РАН (Кукина и др., 2013), Каунасского ботанического сада Университета Витаутаса Великого (Miliauskas et al., 2004), Института общей и экспериментальной биологии СО РАН (Николаева, 2007), Иркутского института химии им. А. Е. Фаворского СО РАН (Ганенко и др., 1988, 1989, 1991). Биологию развития этого вида изучали сотрудники Центрального сибирского ботанического сада (Годин, Комаревцева, 2015) и Майкопского технического университета (Триль и др., 2008). Различные аспекты разнообразия и биологии *D. fruticosa* и других видов рода *Dasiphora* обсуждались в ряде работ (Якубов, 1996; Пшенникова, 2006; Конспект флоры..., 2012; Пшенникова, Миронова, 2014). Данные по химическому составу остальных видов рода *Dasiphora* были фрагментарными. У видов наблюдается также изменчивость морфологических качественных и количественных признаков. В большинстве работ в качестве фенотипических признаков используются морфологические характеристики, в том числе параметры листа как наиболее изменчивого органа у растений. Наиболее изучен в морфологическом отношении также *D. fruticosa*.

Изменчивость биохимических признаков, в том числе фенольные соединения, исследуют гораздо реже. Между тем, изучение изменчивости этих признаков в растениях из природных и интродукционных популяций показало высокую информативность (Высочина, 1999, 2004; Семкина, 1999; Храмова, Шкель, 1999; Полякова и др., 2000). Из биохимических признаков используются преимущественно флавоноиды, кото-

рые, по сравнению с другими классами фенольных соединений, характеризуются значительным структурным разнообразием, устойчивостью и возможностью достаточно легкой и быстрой идентификации. Кроме того, флавоноиды привлекаются и как физиологически активные вещества с разносторонним действием (Harborne et al., 2000).

Наиболее подробно к настоящему времени изучен биохимический состав *D. fruticosa* (исследования этого вида были проведены под родовым названием *Pentaphylloides*). Из надземной части *D. fruticosa* были выделены и идентифицированы агликаны флавонолов – кверцетин, кемпферол и рамнетин, не менее 10 флавонолгликозидов – кверцетин-3- β -глюкопиранозид (изокверцитрин), кверцетин-3- β -галактопиранозид (гиперозид), кверцетин-3- β -рутинозид (рутин), кверцетин-3- α -рамнопиранозид (кверцитрин), кверцетин-3- α -арабинофуранозид (авикулярин), кемпферол-3- β -рутинозид, рамнетин-3- β -глюкопиранозид, рамнетин-3- β -галактопиранозид, рамнетин-3- α -арабинофуранозид, кемпферол-3- β -глюкозид (астрагалин), 4 ацилированных флавонолгликозида – 6"-О-галлат-3- β -D-галактопиранозид кверцетина, кемпферол-3-О- β -(6"-О-(E)-п-кумарил) – глюкопиранозид, тернифлорин и трибулозид; катехин; эллаговые соединения – эллаговая кислота и ее гликозид; фенолкарбоновые кислоты – коричная, хлорогеновая, кофейная, цикориевая и феруловая; ряд алифатических кислот и тритерпеновых компонентов (Bate-Smith, 1961; Федосеева, 1979; Ганенко и др., 1988, 1991; Ганенко, Семенов, 1989; Шкель и др., 1997; Miliauskas et al., 2004; Николаева, 2007; Кукина, и др., 2013; Храмова, 2014). Данные по степени морфологической изменчивости и фенольном составе других наших видов рода *Dasiphora* отсутствуют или они фрагментарны.

Цель нашей работы – сравнительное изучение состава и количественного содержания фенольных соединений, а также изменчивости морфологических параметров у пяти видов рода *Dasiphora* – *D. fruticosa*, *D. parvifolia*, *D. mand-shurica*, *D. gorovoi*, *D. davurica* s. str. и *D. davurica* var. *flava*, которые распространены на российском Дальнем Востоке и в Восточной Сибири, для выявления видовой специфичности и установления

факторов, влияющих на формирование спектра как морфологической, так и биохимической изменчивости в этом роде.

Материалы и методы

Для нашего исследования в 2013-2014 гг. из ценогенетических популяций (ЦП) были собраны образцы растений для морфометрических измерений и растительное сырье для биохимического изучения рода *Dasiphora*: на российском Дальнем Востоке (РДВ) – в Приморском крае, Амурской и Магаданской областях и в Байкальской Сибири (БС) – в Забайкальском крае, Республике Бурятия и Иркутской области.

Образцы *D. fruticosa* были собраны из 16 географически удаленных друг от друга местонахождений на РДВ и в БС. Образец *D. parvifolia* взят из одной природной популяции в БС. Образцы *D. davurica* s. str. взяты из четырех ЦП, *D. mandshurica* – из трех ЦП, *D. davurica* var. *flava* – из одной ЦП, образец *D. gorovoi* – из одной ЦП на юге Приморского края (табл. 1).

Для биохимических исследований были взяты образцы четырех видов и одной разновидности: *D. fruticosa*, *D. mandshurica*, *D. gorovoi*, *D. davurica* s. str. и *D. davurica* var. *flava*, из 14 природных ЦП (с ЦП 2 по ЦП 13, ЦП 22 и ЦП 26). Для исследования морфологической изменчивости были взяты образцы пяти видов и одной разновидности: *D. fruticosa*, *D. parvifolia*, *D. mandshurica*, *D. gorovoi*, *D. davurica* s. str. и *D. davurica* var. *flava* из 25 природных ЦП (с ЦП 1 по ЦП 25).

Для определения содержания фенольных соединений (суммарного содержания, по группам и по отдельным компонентам) брали среднюю пробу с 20 особей разных видов в фазе массового цветения (2013-2014 гг.). Годичные облиственные побеги длиной 15-20 см срезали равномерно по поверхности кроны, разделяли на листья, стебли и цветки, высушивали до воздушно-сухого состояния. Водно-этанольные экстракты растительных образцов готовили по общеизвестной методике (Ермаков и др., 1987), затем использовали метод твердофазной

Происхождение образцов видов р. *Dasiphora*, собранных в 2013-2014 гг.Origin of samples of *Dasiphora* spp. collected in 2013-2014.

Вид/№ ЦП	Происхождение материала	Коллекторы
<i>D. fruticosa</i> ЦП 1	Забайкальский край, Тунгокоченский р-н, окр. с. Усугли, у руч. Кабаржен, 52.38444°с.ш., 115.1533°в.д., выс. 642 м над ур. м.	Е.В. Андышева
<i>D. fruticosa</i> ЦП 2	Амурская обл., Тындинский р-н, берег р. Могот, окр. пос. Могот, 55.36101°с.ш., 124.54412°в.д., выс. 591 м над ур. м.	В.А. Костикова
<i>D. fruticosa</i> ЦП 3	Забайкальский край, Тунгоконченский р-н, берег р. Усуглинка, 52.38528°с.ш., 115.14524°в.д., выс. 636 м над ур. м.	Е.В. Андышева
<i>D. fruticosa</i> ЦП 4	Забайкальский край, Тунгоконченский р-н, окр. пос. Ульдурга, берег р. Кучегер, 52.32543°с.ш., 115.07452°в.д., выс. 648 м над ур. м.	Е.В. Андышева
<i>D. fruticosa</i> ЦП 5	Забайкальский край, Шилкинский р-н, окр. дер. Гырхила, 51.51055°с.ш., 115.49272°в.д., выс. 841 м над ур. м.	Е.В. Андышева
<i>D. fruticosa</i> ЦП 6	Амурская обл., Бурейский р-н, крупно-глыбистые обнажения над р. Буряя, 50.14506°с.ш., 130.16470°в.д., выс. 285 м над ур. м.	Е.В. Андышева
<i>D. davurica</i> ЦП 7	Приморский край, Партизанский р-н, вершина горы Брат, 42.86032°с.ш., 133.01849°в.д., выс. 212 м над ур. м.	Е.В. Андышева, П.В. Крестов
<i>D. davurica</i> ЦП 8	Приморский край, Партизанский р-н, скалы между с. Екатериновка и ж.д. ст. Боец Кузнецов, 42.01522°с.ш., 133.0551°в.д., выс. 79 м над ур. м.	Е.В. Андышева, П.В. Крестов
<i>D. mandshurica</i> ЦП 9	Приморский край, Сихотэ-Алинский прир. биосферный запов., скальные обнажения в окр. пос. Терней, 45.03856°с.ш., 136.63263°в.д., выс. 10 м над ур. м.	Е.В. Андышева, П.В. Крестов

<i>Вид/№ ЦП</i>	Происхождение материала	Коллекторы
<i>D. mandshurica</i> ЦП 10	Приморский край, Сихотэ-Алинский прир. биосферный запов., крупноглыбистая заросшая осыпь в ур. Голубичное, утес Замок, 44.90299°с.ш., 136.5431°в.д., выс. 163 м над ур. м.	Е.В. Андышева, П.В. Крестов
<i>D. davurica</i> var. <i>flava</i> ЦП 11	Приморский край, Ольгинский р-н, мраморный карьер, 43.81232°с.ш., 135.08452° в.д.	Е.В. Андышева, П.В. Крестов
<i>D. davurica</i> ЦП 12	Приморский край, хр. Чандалаз, открытые известковые скалы, 43.02492°с.ш., 133.02176°в.д., выс. 454 м над ур. м.	Е.В. Андышева, П.В. Крестов
<i>D. davurica</i> ЦП 13	Приморский край, хр. Чандалаз, известковые обнажения, 43.02151°с.ш., 133.01724°в.д., выс. 516 м над ур. м.	П.В. Крестов, Е.В. Андышева
<i>D. fruticosa</i> ЦП 14	Амурская обл., Зейский р-н, Зейский прир. запов., вдоль берега р. Большая Эракингра, 54.05822°с.ш., 126.5496°в.д., выс. 694 м над ур. м.	Е.В. Андышева
<i>D. fruticosa</i> ЦП 15	Иркутская обл., берег р. Ушаковка, 52.16579°с.ш., 104.3885°в.д., выс. 511 м над ур. м.	Е.В. Андышева
<i>D. fruticosa</i> ЦП 16	Иркутская обл., окр. пос. Большое Голоустное, дельта р. Голоустной в 2 км от оз. Байкал, 52.02148°с.ш., 105.2512°в.д., выс. 489 м над ур. м.	Е.В. Андышева
<i>D. fruticosa</i> ЦП 17	Респ. Бурятия, Тункинский р-н, 8 км от с. Зун-Мурино, правый берег р. Маргасан, 51.40056°с.ш., 102.5304°в.д., выс. 844 м над ур. м.	Е.В. Андышева
<i>D. fruticosa</i> ЦП 18	Респ. Бурятия, Тункинский р-н, окр. пос. Магойты, правый берег р. Иркут, 51.39022°с.ш., 101.23437°в.д., выс. 1117 м над ур. м.	Е.В. Андышева
<i>D. fruticosa</i> ЦП 19	Респ. Бурятия, Тункинский р-н, окр. пос. Нилова Пустынь, берег р. Ихэ-Угунь, 51.42418°с.ш., 101.3931°в.д., выс. 919 м над ур. м.	Е.В. Андышева
<i>D. parvifolia</i> ЦП 20	Респ. Бурятия, Кяхтинский р-н, окр. с. Калинишна, холоднопопынная разнотравно-песчаная степь, 50.39483°с.ш., 106.2996°в.д., выс. 688 м над ур. м.	Е.В. Андышева

<i>Вид/№ ЦП</i>	Происхождение материала	Коллекторы
<i>D. fruticosa</i> ЦП 21	Респ. Бурятия, Селенгинский р-н, окр. пос. Гусиноозерск, вдоль р. Табхор, 51.21096°с.ш., 106.2848°в.д., выс. 605 м над ур. м.	Е.В. Андышева
<i>D. gorovoi</i> ЦП 22	Приморский край, Ольгинский р-н, скалы Милоградовских водопадов, 43.45915°с.ш., 134.3127°в.д., выс. 288 м над ур. м.	Е.В. Андышева, П. В. Крестов
<i>D. fruticosa</i> ЦП 23	Приморский край, Партизанский р-н, гора Ольховая, 43.20364°с.ш., 133.3928°в.д., выс. 1581 м над ур. м.	Е.В. Андышева
<i>D. mandshurica</i> ЦП 24	Приморский край, Дальнегорский р-н, окр. пос. Рудная Пристань, 44.34111°с.ш., 135.8364°в.д., выс. 21 м над ур. м.	Е.В. Андышева, П.В. Крестов
<i>D. fruticosa</i> ЦП 25	Магаданская обл., Хасынский р-н, Ольское базальтовое плато, в 5 км на восток от вершины горы Скиф, верхнее течение р. Малтан, в дол. руч., 60.38252°с.ш., 151.2829°в.д., выс. 1000 м над ур. м.	В.А. Бакалин
<i>D. fruticosa</i> ЦП 26	Магаданская обл., Омсукчанский р-н, гора Каменный Венец, 59.31131°с.ш., 150.40173°в.д., выс. 301 м над ур. м.	В.А. Бакалин

экстракции (ТФЭ) для освобождения экстрактов от примесей гидрофильной природы (Сычев, 2005), пропуская экстракт через концентрирующий патрон Диапак С16 (ЗАО «БиоХим-Мак»). Подробное описание методики пробоподготовки приведено в работе Е. П. Храмовой и Е. К. Комаревцевой (2008).

Определение состава и содержания фенольных соединений исследуемых видов выполняли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на жидкостном хроматографе Agilent 1200 (AgilentTechnologies, США) с диодно-матричным детектором, автосамплером и программным обеспечением обработки хроматографических данных ChemStation, модифицировав методику Т.А. van Beek (2002) (Храмова, 2014). Условия хроматографирования: колонка Zorbax SB-C18, 4.6 Ч 150 мм, 5 мкм. Изократическое элюирование в системе

метанол – 0.1% H_3PO_4 (31:69) в течение 27 мин. Далее проводили хроматографический анализ в режиме градиентного элюирования. В подвижной фазе содержание метанола в водном растворе ортофосфорной кислоты (0.1 %) изменялось от 33 до 46 % за 11 мин, затем от 46 до 56 % за следующие 12 мин и от 56 до 100 % за 4 мин. Скорость потока элюента 1 мл/мин. Температура колонки 26°C. Объем вводимой пробы 10 мкл. Аналитические длины волн – 254, 270, 290, 340, 360 и 370 нм.

Для определения флавонолгликозидов (гликозидов кверцетина, кемпферола и рамнетина в отдельности) проводили анализ агликонов – кверцетина, кемпферола и рамнетина, образующихся после кислотного гидролиза соответствующих гликозидов. Для пересчета концентрации агликона на соответствующий гликозид применяли известные из литературных данных коэффициенты – 2.504 для кверцетина и 2.588 для кемпферола (van Beek, 2002; Юрьев и др., 2003). Пересчет концентрации рамнетина проводили по кверцетину.

Для морфометрических измерений в каждой популяции в случайном порядке выбирались 20 взрослых растений, с каждого растения равномерно по всей кроне отбирали 5 побегов, в период полного формирования листа. С каждого побега брали по одному целому неповрежденному нижнему листу и чашечку цветка. Проведены измерения абсолютных и относительных количественных морфометрических параметров с помощью электронного штангенциркуля.

Количественные морфометрические параметры листовой пластики и чашечки:

1. Длина 1-й пары листочков (1-й листочек);
2. Длина 1-й пары листочков (2-й листочек);
3. Длина 2-й пары листочков (3-й листочек);
4. Длина 2-й пары листочков (4-й листочек);
5. Ширина 1-й пары листочков (1-й листочек);
6. Ширина 1-й пары листочков (2-й листочек);
7. Ширина 2-й пары листочков (3-й листочек);
8. Ширина 2-й пары листочков (4-й листочек);
9. Длина 3-й пары листочков (6-й листочек);

10. Длина 3-й пары листочков (7-й листочек);
11. Ширина 3-й пары листочков (6-й листочек);
12. Ширина 3-й пары листочков (7-й листочек);
13. Смещение центральной жилки 2-й пары листочков (3-й листочек);
14. Смещение центральной жилки 2-й пары листочков (4-й листочек);
15. Длина конечной доли;
16. Ширина конечной доли;
17. Отношение между длиной и шириной конечной доли;
18. Расстояние от верхушки до самой широкой части конечной доли;
19. Расстояние от основания до самой широкой части конечной доли;
20. Длина черешка;
21. Расстояние между первой и второй парами листочков;
22. Длина наружного чашелистика;
23. Ширина наружного чашелистика;
24. Длина внутреннего чашелистика;
25. Ширина внутреннего чашелистика.

Параметры длины и ширины третьей пары листочков (с 9 по 12) измерялись только у одного вида – *D. parvifolia*, у которого формируется дополнительная третья пара листочков. Данный параметр является диагностическим.

Определение качественных параметров листа (характер опушения) проводили с помощью бинокля и методики балльной оценки Г. Н. Зайцева (1973).

Качественные параметры:

1. Опушение черешка;
2. Опушение верхней стороны листовой пластинки;
3. Опушение нижней стороны листовой пластинки;
4. Опушение чашечки;
5. Опушение верхней стороны наружного чашелистика;
6. Опушение нижней стороны наружного чашелистика;
7. Опушение верхней стороны внутреннего чашелистика;
8. Опушение нижней стороны внутреннего чашелистика;
9. Характер выраженности бороздки на черешке.

Все полученные количественные и качественные биометрические, а также биохимические данные были обработаны методами вариационной статистики с помощью пакетов прикладных статистических программ «Excel 7.0» и «Statistica 10.0», а также проведен дисперсионный анализ (Anova – «Analysis of variance») количественных и качественных признаков на межвидовом уровне и в разных ЦП *D. fruticosa* на уровне вида.

Результаты и обсуждение

Исследование фенольного состава в водно-этанольных экстрактах из листьев исследуемых образцов показало содержание 19-25 соединений, в зависимости от вида (табл. 1).

На основании полученных спектральных данных (УФ- и масс- спектроскопии) и сопоставления времени удерживания пиков веществ на хроматограммах анализируемых образцов с временем удерживания пиков стандартных образцов были установлены шесть флавонолгликозидов – гиперозид, изокверцитрин, рутин, авикулярин, кверцитрин, астрагалин, два агликона – кверцетин и рамнетин, а также эллаговая кислота и ее гликозид. Остальные компоненты отнесены к флавоноидным структурам на основании УФ-спектров, зарегистрированных в процессе хроматографирования в режиме «on-line». Для сравнительного анализа были рассчитаны средние значения по содержанию фенольных соединений в листьях растений для каждого вида.

Сравнительный анализ хроматограмм водно-этанольных экстрактов из листьев показал максимальное число компонентов у двух видов – *D. fruticosa* и *D. davurica* (по 25 компонентов), наименьшее – у *D. davurica* var. *flava* (19 компонентов) (табл. 2). Компоненты 1, 2, 12, 25, 26, гиперозид, изокверцитрин, эллаговая кислота, гликозид эллаговой кислоты, авикулярин, кверцитрин, астрагалин и кверцетин присутствуют в листьях всех исследуемых видов. В листьях *D. gorovoi* не выяв-

лен компонент 3, в отличие от остальных видов. Кемпферол, а также компоненты 15 и 16 свойственны *D. fruticosa*, *D. davurica*, *D. mandshurica*, но не обнаружены в листьях *D. gorovoi* и *D. davurica* var. *flava*. У *D. davurica* s. str. и *D. davurica* var. *flava* дополнительно выявлен компонент 4, а у *D. fruticosa* – компоненты 10, 17 и 18. Рутин и компонент 31 присутствуют в листьях *D. davurica* и *D. mandshurica*, компоненты 19-21 – у *D. fruticosa* и *D. gorovoi*, а компонент 24 – у *D. gorovoi*. Рамнетин, компоненты 23, 29 и 30 содержатся в листьях *D. mandshurica*, *D. gorovoi*, *D. davurica* s. str. и *D. davurica* var. *flava*, но не выявлены в образцах *D. fruticosa*. В листьях *D. davurica* var. *flava* не обнаружен рутин и компонент 27, в отличие от остальных видов.

Анализ содержания отдельных компонентов в листьях всех исследованных растений также выявил видовую специфичность их накопления (табл. 2). Так, в листьях *D. fruticosa* преобладает гиперозид, изокверцитрин, астрагалин, кверцетин, компоненты 1-3 (2.07, 2.70, 0.35, 0.23, 0.77, 1.72 и 0.47 мг/г на массу абс. сухого сырья, соответственно), в листьях *D. davurica* – гликозид эллаговой кислоты, рутин и компонент 16 (9.47, 0.21 и 0.36 мг/г). В листьях *D. mandshurica* в значительном количестве накапливаются рамнетин (0.29 мг/г) и кемпферол (0.08 мг/г). В отличие от остальных образцов в листьях *D. gorovoi* обнаружено наибольшее количество авикулярина (2.58 мг/г), кверцитрина (1.93 мг/г), компонентов 25, 27, 29 и 30 (1.64, 2.12, 0.50, 3.65 мг/г, соответственно). Для *D. davurica* var. *flava* характерно повышенное содержание компонента 12 и 26 (1.31 и 2.10 мг/г, соответственно). Наибольшее содержание эллаговой кислоты отмечено у *D. fruticosa* и *D. davurica* (3.01 мг/г).

Табл. 2. – Table 2.

Содержание фенольных соединений в листьях видов рода
Dasiphora (мг/г абс. сухого сырья)

The content of phenolic compounds in the leaves of *Dasiphora* spp.
(mg/g, abs. dry weight)

Фенольное со- единение	<i>D. fruti- cosa</i>	<i>D. da- vurica</i>	<i>D. mand- shurica</i>	<i>D. goro- voii</i>	<i>D. davurica</i> var. <i>flava</i>
1	0.77	0.25	0.19	0.33	0.37
2	1.72	0.31	0.14	0.43	0.19
3	0.47	0.30	0.02		0.11
4		0.30			0.15
Гиперозид	2.07	1.69	0.17	1.20	0.90
Изокверцитрин	2.70	1.18	0.84	2.62	1.01
Рутин		0.21	0.06		
Эллаговая кислота	3.01	3.01	0.48	2.05	1.22
Гликозид эллаговой кислоты	7.52	9.47	0.92	0.15	0.63
10	0.65				
Авикулярин	1.60	0.84	1.58	2.58	2.19
12	1.02	0.77	0.67	1.27	1.31
Кверцитрин	0.14	0.49	0.32	1.93	0.62
Астрагалин	0.35	0.11	0.32	0.22	0.08
15	0.30	0.25	0.10		
16	0.17	0.36	0.06		
17	0.15				
18	0.06				
19	0.08			0.25	
20	0.03			0.34	
21	0.03			0.74	
Кверцетин	0.23	0.12	0.14	0.19	0.19
23		0.08	0.17	0.38	0.24
24				0.13	
25	0.50	0.33	0.63	1.64	0.78
26	0.45	0.20	0.39	0.15	2.10
27	0.30	0.33	2.00	2.12	
Кемпферол	0.03	0.02	0.08		
29		0.14	0.39	0.50	0.27
30		0.09	0.99	3.65	1.16
31		0.04	0.07		
Рамнетин		0.02	0.29	0.18	0.23
Общее число со- единений	25	25	24	23	19

По результатам анализа агликонов, образующихся после кислотного гидролиза гликозидов, обнаружено 3 соединения: кверцетин, кемпферол и рамнетин (7-метилквер-цетин). Установлено, что кверцетин, кемпферол и рамнетин присутствуют во всех образцах, за исключением *D. fruticosa*, у которого не выявлен рамнетин (табл. 3). Наличие метилированных форм является признаком продвинутой стадии в эволюционном плане (Harborne, 1977; Высочина, 2004).

Табл. 3 – Table 3.

Соотношение кверцетина : кемпферола : рамнетина в гидролизатах листьев видов рода *Dasiphora*.

The ratio of a quercetin : kaempferol : rhamnetin in the leaf hydrolysates of *Dasiphora* spp.

<i>D. fruticosa</i>	<i>D. davurica</i>	<i>D. mandshurica</i>	<i>D. gorovoi</i>	<i>D. davurica</i> var. <i>flava</i>
94:6:0	91:4:5	37:9:54	40:2:58	51:1:47

Также установлены различия изучаемых видов по соотношению производных агликонов. Производные кверцетина преобладают в надземных органах *D. fruticosa* и *D. davurica*, производные рамнетина – в листьях *D. mandshurica* и *D. gorovoi*, производные кемпферола в достаточно высоком содержании обнаружены у *D. mandshurica* и *D. fruticosa*. При этом доля производных кверцетина в листьях *D. gorovoi* и *D. mandshurica* также значительна и составляет (40 и 37%, соответственно). Существенна доля гликозидов рамнетина в листьях *D. davurica* var. *flava* (47%), а у *D. davurica* s. str. она составляет только 5%.

Для определения сходства по содержанию агликонов в гидролизатах экстрактов листьев у разных видов был проведен кластерный анализ по методу полной связи. На дендрограмме для разных видов выделено 2 основных кластера (рис. 1). В первый кластер вошли виды *D. fruticosa* и *D. davurica*, во второй – *D. gorovoi*, *D. davurica* var. *flava* и *D. mandshurica*. Наи-

более близки по содержанию флавонол – производных *D. gorovoi* и *D. davurica* var. *flava*. К ним примыкает вид *D. mandshurica*.

Исследованные образцы различались по накоплению фенольных соединений в зависимости от вида и происхождения образца (рис. 2). Так, по максимальному суммарному содержанию фенольных соединений выделились образцы *D. fruticosa* из Тунгокоченского р-на Забайкальского края (28.7 и 28.2 мг/г на массу абс. сухого сырья, ЦП 3 и ЦП 4, соответственно), из Магаданской области (28.3 мг/г, ЦП 26), а также *D. gorovoi* (23.2 мг/г, ЦП 22). Несколько ниже оказалось суммарное содержание фенольных соединений у образца *D. fruticosa* из Шилкинского р-на Забайкальского края (24.0 мг/г, ЦП 5) и *D. davurica* (23.3 и 22.7 мг/г, ЦП 8 и ЦП 13, соответственно). Минимальное суммарное содержание установлено в листьях образцов *D. mandshurica* из ЦП 10 и ЦП 9 (10.8 и 11.3 мг/г), а также в образцах *D. davurica* var. *flava* (13.8 мг/г).

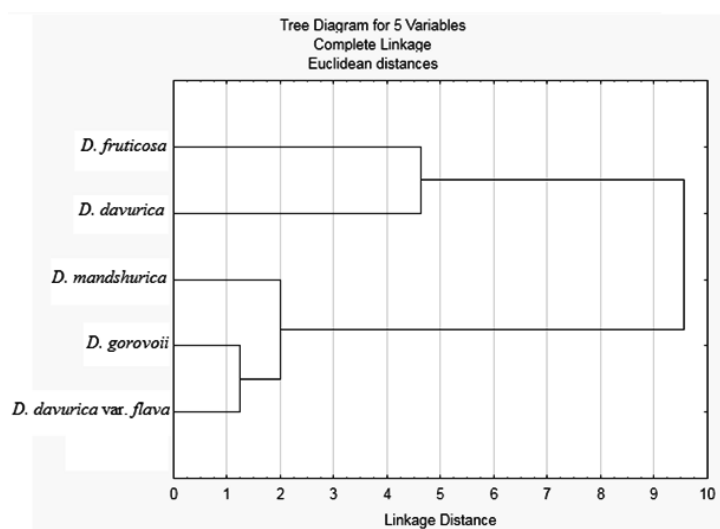


Рис. 1. Дендрограмма сходства видов рода *Dasiphora* по содержанию агликонов в гидролизатах листьев.

Fig. 1. Tree diagram of similarity of *Dasiphora* spp. by the content of aglycones in the leaf hydrolysates.

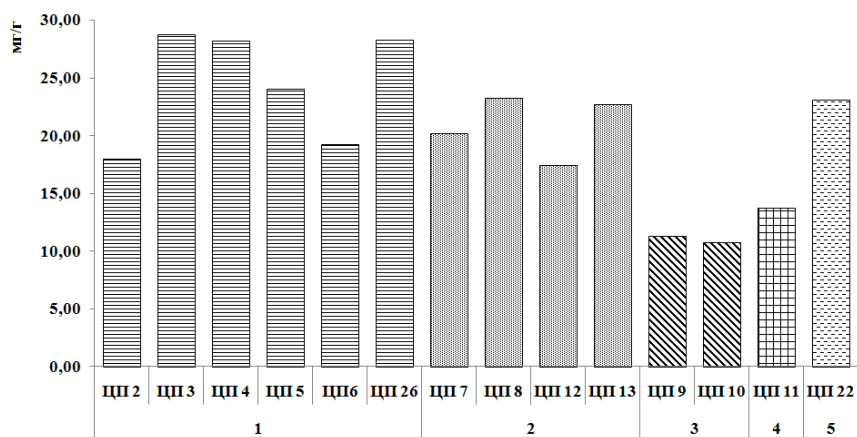


Рис. 2. Суммарное содержание фенольных соединений в листьях видов рода *Dasiphora*. По горизонтали – виды и ценоотические популяции: 1 – *D. fruticosa*, 2 – *D. davurica*, 3 – *D. mandshurica*, 4 – *D. davurica* var. *flava*, 5 – *D. gorovoi*; по вертикали – суммарное содержание фенольных соединений, мг/г на массу абсолютно сухого сырья.

Fig. 2. The total content of phenolic compounds in the leaves of *Dasiphora* spp. The species and cenotic populations are shown on the x-axis, the total content of phenolic compounds, mg/g from absolutely dry weight – on the y-axis.

Установлены различия и в накоплении эллаговых соединений (рис. 3). Так, максимальное содержание эллаговой кислоты установлено в листьях *D. fruticosa* из Забайкальского края (4.01, 3.95, 3.63 мг/г, в ЦП 3, ЦП 5 и ЦП 4), а также из Бурейского р-на Амурской области (3.27 мг/г, ЦП 6) и у *D. davurica* (3.75 мг/г, 3.48 мг/г, ЦП 8 – 7). Минимум содержания *D. davurica* – из Партизанского р-на Приморского края (11.89 мг/г, ЦП 8) и хребта Чандалаз (10.22 мг/г, ЦП 13). Минимальное содержание гликозида эллаговой кислоты отмечено в листьях *D. gorovoi* (0.15 мг/г), *D. davurica* var. *flava* (0.63 мг/г) и *D. mandshurica* (0.71 мг/г и 1.14 мг/г, ЦП 10 и ЦП 9, соответственно).

Одной из задач морфологических исследований являлось определение варьирования качественных и количественных признаков у видов и в пределах разных ЦП одного вида.

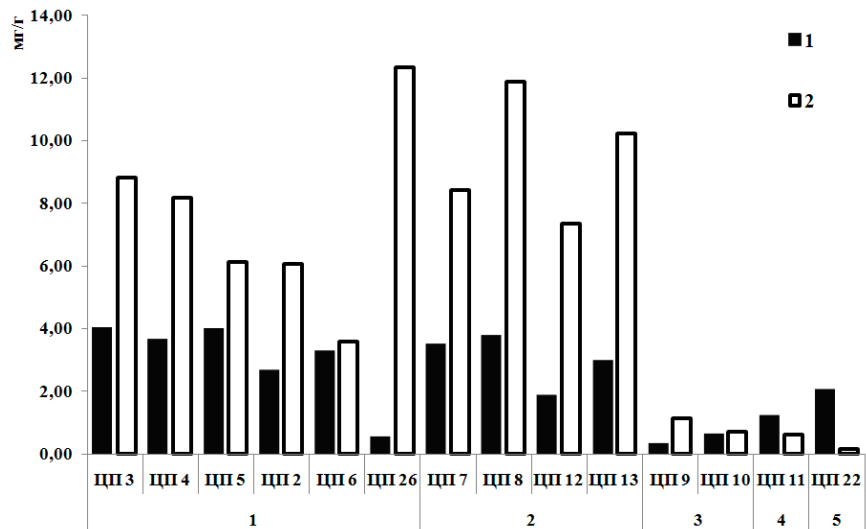


Рис. 3. Содержание эллаговых соединений в листьях видов рода *Dasiphora*. 1 – эллаговая кислота, 2 – гликозид эллаговой кислоты. По горизонтали – виды и ценогические популяции: 1 – *D. fruticosa*, 2 – *D. davurica*, 3 – *D. mandshurica*, 4 – *D. davurica* var. *flava*, 5 – *D. gorovoi*; по вертикали – содержание фенольных соединений, мг/г на массу абсолютно сухого сырья.

Fig. 3. The content of tannins in the leaves of *Dasiphora* spp.: 1 – ellagic acid, 2 – glycoside ellagic acid. Species and cenotic populations: 1 – *D. fruticosa*, 2 – *D. davurica*, 3 – *D. mandshurica*, 4 – *D. davurica* var. *flava*, 5 – *D. gorovoi* are shown on the x-axis, the content of phenolic compounds, mg/g from absolutely dry weight – on the y-axis.

В результате дисперсионного анализа установлено, что большинство выбранных параметров являются видоспецифичными и могут быть использованы для установления видовой принадлежности образца (рис. 4). Однако разные признаки и параметры имеют разный вес, работают по-разному. При детальном рассмотрении ряда количественных параметров на межвидовом уровне (1-8; 13-20), четко прослеживается степень их различий. При этом, на уровне первого параметра (длина 1-й пары листочков) вариабельность выражена в меньшей степени, по сравнению со вторым параметром (длина 2-й пары листочков). Степень варьирования этих двух признаков

невелика, однако видны четкие границы между видами. При исследовании остальных параметров листа и чашечки также прослеживается тенденция к варьированию у разных видов (рис. 4).

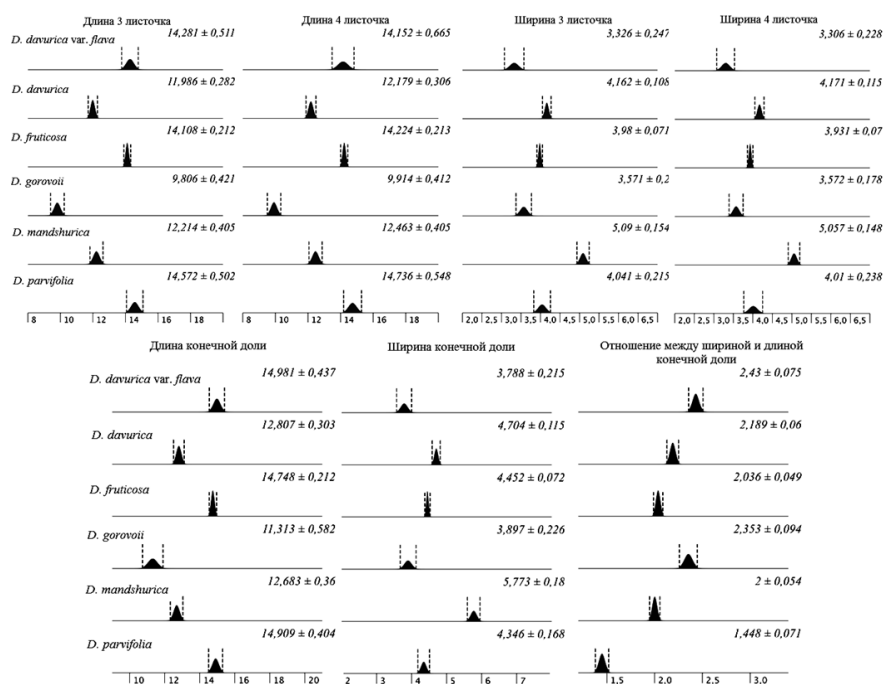


Рис. 4. Изменчивость видов рода *Dasiphora* по количественным морфологическим параметрам.

Fig. 4. The quantitative morphological variability in *Dasiphora* spp.

По результатам абсолютных и относительных количественных параметров был проведен кластерный анализ по методу Варда. На дендрограмме разных видов выделено 2 основных кластера (рис. 5). В первый кластер вошли *D. davurica*, *D. mandshurica* и *D. gorovoi*. По результатам анализа видно, что наиболее близкими по происхождению являются *D. davurica* и *D. mandshurica*, к ним примыкает *D. gorovoi*, который был описан как таксон гибридного происхождения между *D. davurica* и *D. mandshurica*. По результатам морфологиче-

ских и анатомических исследований Л.М. Пшенниковой (2006) и по результатам биохимических исследований (Храмова и др., 2014; Андышева и др., 2015) ближайшими родственными таксонами для *D. gorovoi* можно считать именно *D. davurica* и *D. mandshurica*. Во второй кластер вошли *D. fruticosa* и разновидность *D. davurica* var. *flava*, к ним примыкает *D. parvifolia*. По своим морфологическим характеристикам *D. davurica* var. *flava* имеет сходные качественные признаки (отсутствие опушения, наличие глянцевой листовой пластинки) с *D. davurica*, при этом и с *D. fruticosa* имеются общие признаки (окраска цветка). По результатам кластерного анализа количественных параметров *D. davurica* var. *flava* можно считать близкородственным таксоном по отношению к *D. fruticosa*.

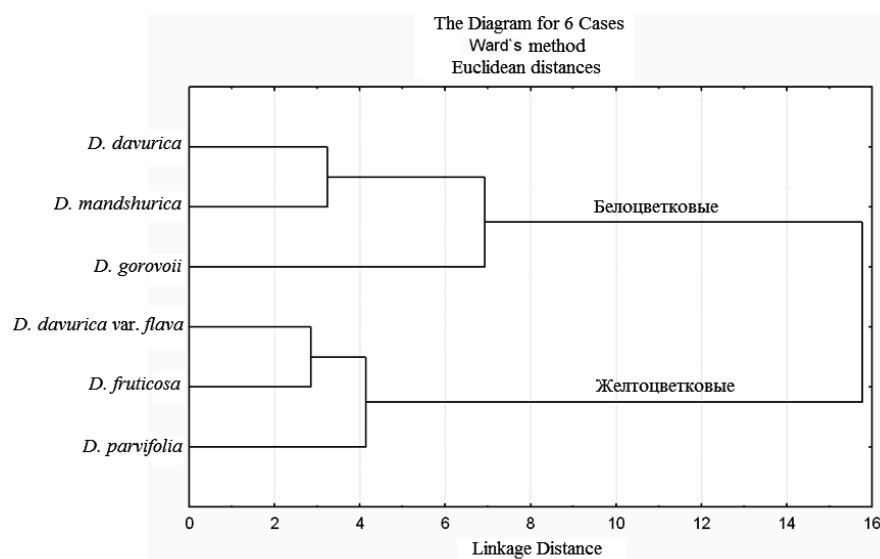


Рис. 5. Дендрограмма сходства видов рода *Dasiphora* по количественным морфометрическим параметрам.

Fig. 5. Tree diagram of similarity of the quantitative morphological variability in *Dasiphora* spp.

По результатам анализа межвидовой изменчивости качественных признаков на примере опушения видно, что наиболее информативными признаками можно считать: опушение

верхней части листовой пластинки, опушение нижней части листовой пластинки и опушение черешка (рис. 6). По наиболее информативным частям листовой пластинки, по признаку отсутствия опушения можно выделить два таксона: *D. davurica* s. str. и *D. davurica* var. *flava*, оба они имеют этот качественный признак, отличающий их от других видов. *D. gorovoi* отличается от всех таксонов тем, что у него опушение не подвержено изменчивости. *D. fruticosa*, *D. mandshurica* и *D. parvifolia* обнаруживают смешанный тип опушения, где четко прослеживается внутривидовое варьирование этого признака. Таким образом, у каждого вида в пределах разных популяций отмечается варьирование признака опушения. Признак опушения у видов *Dasiphora* во многих "определителях" является диагностическим. Степень изменчивости этого признака у разных видов может варьировать и бывает смешанным, возможно, в зависимости от экологических факторов. Существует изменчивость по этому

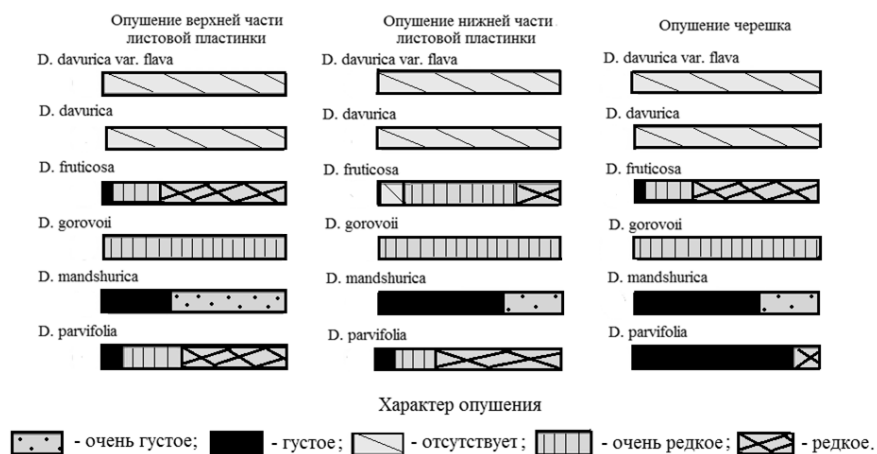


Рис. 6. Изменчивость качественных морфологических признаков видов рода *Dasiphora*.

Fig. 6. Variability of qualitative morphological features in *Dasiphora* spp.

признаку внутри одного вида, в связи с чем было проведено исследование наиболее распространенного и полиморфного вида *D. fruticosa* (на примере ЦП 15), с применением кластерного анализа по методу Варда.

По результатам анализа (рис. 7) видно, что ЦП у *D. fruticosa* неоднородны и разделяются на два кластера. В первый кластер вошли ЦП, которые можно отнести к приокеаническим, причем эти ЦП очень сильно отличаются от второй группы – континентальных ЦП, которые формируют обширный второй кластер. По результатам исследования количественных параметров ЦП у *D. fruticosa* дисперсионным методом видно, что у континентальных ЦП выявляется стабильность признаков, в отличие от ЦП из приокеанических районов, в которых проявляется высокая изменчивость признаков.

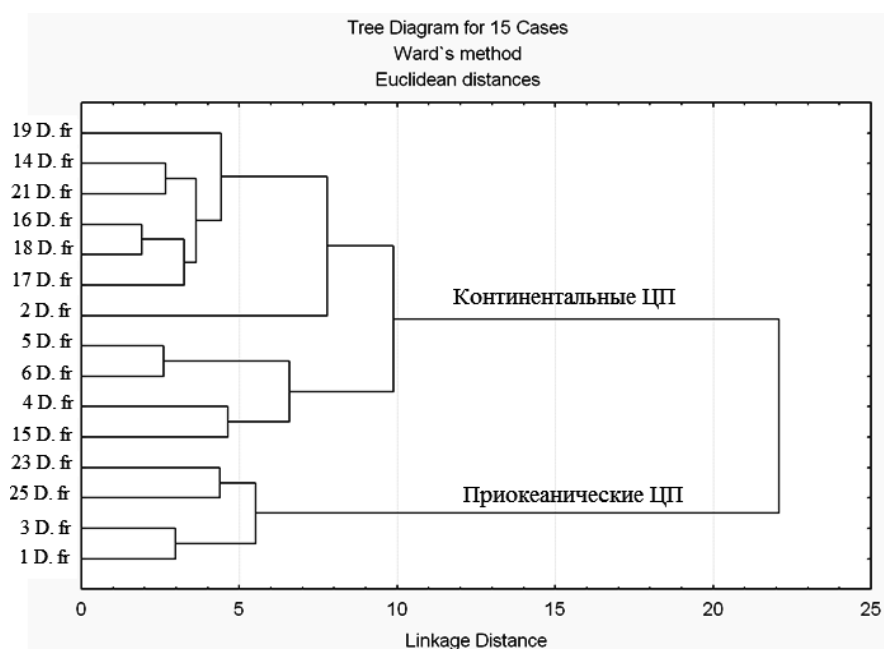


Рис. 7. Дендрограмма сходства ценотических популяций *D. fruticosa* по количественным морфометрическим параметрам.

Fig. 7. Tree diagram of similarity of cenotic populations in *Dasiphora fruticosa* by quantitative morphological parameters.

Также по результатам дисперсионного метода видно, что внутривидовая изменчивость ЦП у *P. fruticosa* наблюдается и по качественным признакам. Опушение у континентальных ЦП *D. fruticosa* выражено сильнее, чем у приокеанических. Считается, что характер опушения может зависеть от воздействия на растения различных экологических факторов среды, и его можно считать проявлением адаптаций к условиям произрастания. Выявлены статистически значимые зависимости между рядом морфометрических параметров и географическим положением популяций, отражающим климатические условия: широтой, долготой и высотой над уровнем моря. Морфологические признаки сильно варьируют, однако результаты дисперсионного анализа количественных и градиентных параметров ЦП у *D. fruticosa* четко показывают их корреляцию (рис. 8, 9).

Установлено, что конечный листочек *D. fruticosa* в континентальных популяциях длиннее и шире, чем в приморских. Эти параметры уменьшаются по широтному градиенту с юга на север. Отношение ширины конечного листочка к его длине (параметр, описывающий степень округлости листочка) уменьшается с долготой и широтой и увеличивается с высотой над уровнем моря. Таким образом, *D. fruticosa* имеет более округлые листочки в более южных, континентальных ЦП на местообитаниях низких высотных поясов в горах.

Поскольку географическое положение ЦП может быть интерпретировано в виде производных климатических параметров, можно предположить, что морфологическая изменчивость в значительной степени определяется экологическими факторами местообитаний и климата. Для установления роли экологических факторов в формировании спектра изменчивости рода необходимы дополнительные исследования.

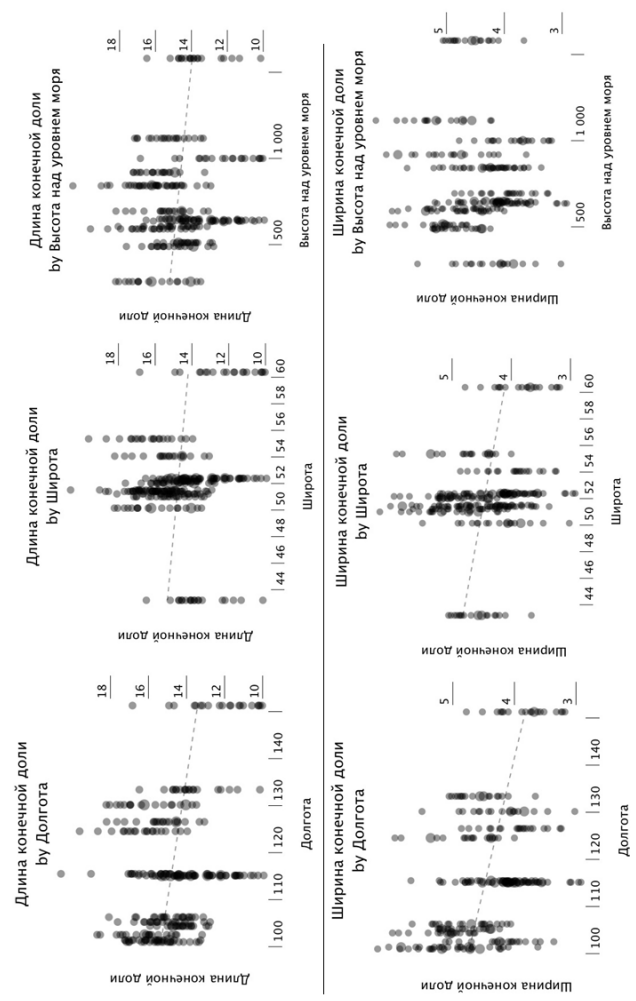


Рис. 8. Корреляция количественных морфологических и ряда градиентных параметров ценоотических популяций *D. fruticosa*.
 Fig. 8. Correlation of comparative morphological quantitative parameters and some gradient parameters in cenotic populations of *D. fruticosa*.

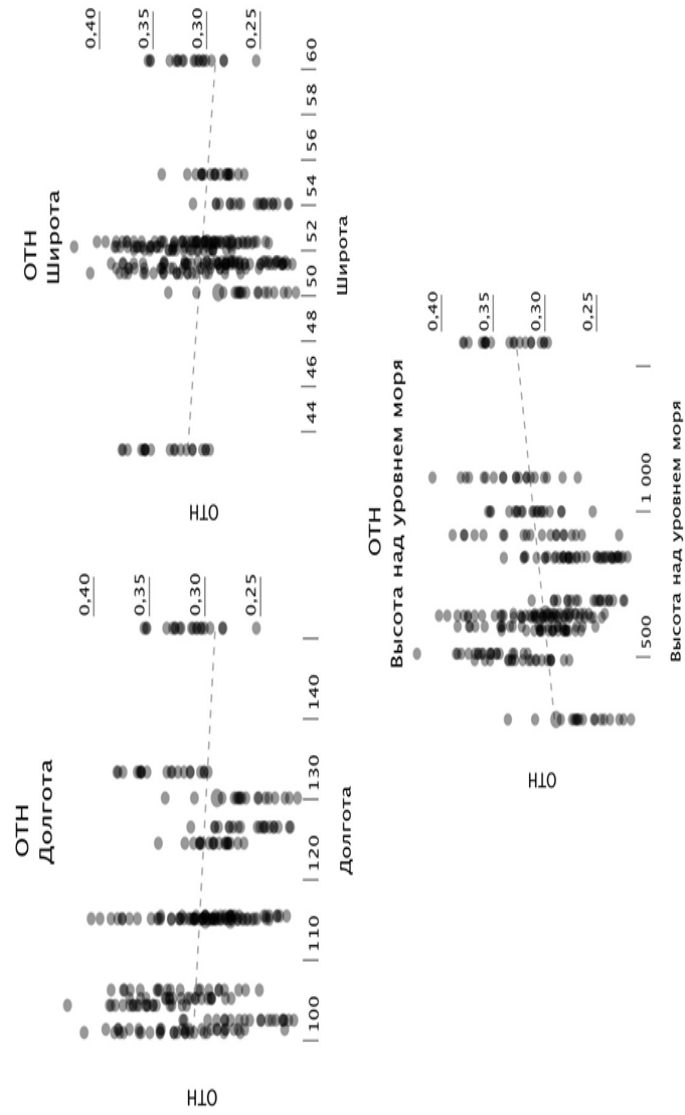


Рис. 9. Корреляция относительных количественных морфологических и ряда градиентных параметров ценотических популяций *D. fruticosa*.

Fig. 9. Correlation of comparative morphological quantitative parameters and some gradient parameters in cenotic populations of *D. fruticosa*.

Выводы

Таким образом, в результате исследования выявлено не менее 25 фенольных компонентов в листьях представителей рода *Dasiphora* в Байкальской Сибири и на Дальнем Востоке России – *D. fruticosa*, *D. mandshurica*, *D. gorovoi*, *D. davurica* s. str. и *D. davurica* var. *flava*. Обнаружено 3 соединения – кверцетин, кемпферол и рамнетин в гидролизатах листьев всех видов, за исключением растений *D. fruticosa*, у которых отсутствовал рамнетин, что выделяет этот вид среди остальных. В листьях *D. fruticosa*, *D. davurica* s. str. и *D. davurica* var. *flava* преобладают гликозиды кверцетина, *D. mandshurica* и *D. gorovoi* – гликозиды рамнетина. Гликозиды кемпферола в наибольшем количестве свойственны *D. mandshurica* и *D. fruticosa*. Наибольшее суммарное содержание фенольных соединений установлено в листьях *D. fruticosa* из Магаданской области и Забайкальского края, а также у *D. gorovoi* из Приморского края. Наименьшее содержание фенольных соединений обнаружено в листьях *D. mandshurica* и *D. davurica* var. *flava* из Приморского края. Максимальное содержание эллаговых соединений (эллаговой кислоты и ее гликозида) выявлено в листьях *D. fruticosa* и *D. davurica*. Минимальное накопление эллаговой кислоты отмечено у *D. mandshurica*, а гликозида эллаговой кислоты – у *D. gorovoi*.

Исследована межвидовая и внутривидовая (на примере *D. fruticosa*) изменчивость некоторых абсолютных и относительных количественных и ряда качественных параметров, в результате установлено, что морфологические признаки листа и чашечки цветка у видов рода *Dasiphora* видоспецифичны и могут быть использованы для идентификации видов.

Установлена неоднородность на уровне ценопопуляций у вида *D. fruticosa*, где континентальные ценопопуляции существенно отличаются по морфологическим признакам от приокеанических.

Сходства и различия видов рода *Dasiphora*, установленные по морфологическим признакам, в основном, подтверждают таксономический статус видов в этом роде.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-34-00699 мол_а. Авторы выражают благодарность д.б.н. В. А. Бакалину (БСИ ДВО РАН, г. Владивосток) за сбор материала в Магаданской области и к.б.н. В. А. Костиковой (ЦСБС СО РАН, г. Новосибирск) за содействие в сборе материала в Тындинском р-не Амурской области.

Литература

Андышева Е. В., Храмова Е. П., Крестов П. В. Фенольные соединения *Dasiphora gorovoi* в природных и интродукционных условиях юга Приморского края // Матер. II Междунар. научн. конф. «Лекарственные растения: фундаментальные и прикладные проблемы» / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Новосибирск, ИЦ Новосибирского ГАУ «Золотой колос». 2015. С. 56-59.

Высочина Г. И. Биохимические подходы к познанию биоразнообразия растительного мира // Сибирский экол. журнал. 1999. № 3. С. 207-211.

Высочина Г. И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства Гречишных. Новосибирск: Наука, 2004. 240 с.

Ганенко Т. В., Верещагин А. Л., Семенов А. А. Химический состав *Potentilla fruticosa* 3. Флавоноиды и свободные стеринны // Химия природ. соединений. 1991. № 2. С. 285.

Ганенко Т. В., Луцкий В. И., Ларин М. Ф., Верещагин А. Л., Семенов А. А. Химический состав *Potentilla fruticosa* 1. Флавоноиды // Химия природ. соединений. 1988. № 3. С. 451.

Ганенко Т. В., Семенов А. А. Химический состав *Potentilla fruticosa*. II. Тритерпеноиды // Химия природ. соединений. 1989. № 6. С. 856.

Годин В.Н., Комаревцева Е.К. Популяционная биология *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz в Алтае-Саянской горной области. Новосибирск: Изд-во «Гео», 2015. 147 с.

Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др. Методы биохимического исследования растений. Л., 1987. 3-е изд. 430 с.

Зайцев Н.Г. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. М.: Наука, 1973. 256 с.

Камелин Р.В. Материалы по истории флоры Азии (Алтайская горная страна). Барнаул: АГУ., 1998. 239 с.

Конспект флоры Азиатской России: Сосудистые растения / Под ред. К. С. Байкова. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 640 с.

Кукина Т.П., Сальникова О.И. Липофильные компоненты *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz // Матер. I Междунар. научн. конф. «Ле-

карственные растения: фундаментальные и прикладные проблемы». Новосибирск: Изд-во НГАУ. 2013. С. 186-188.

Курбатский В.И. Род *Potentilla* L. в горах Южной Сибири: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск: ТГУ. 1984. 18 с.

Курбатский В.И. *Pentaphylloides* DuRoi – Пятилистник // Флора Сибири. Rosaceae. Новосибирск: Наука, 1988. Т. 8. С. 36-38.

Николаева И.Г. Полифенольные соединения *Pentaphylloides fruticosa* и *P. parvifolia* // Химия природ. соедин. 2007. № 4. С. 390-391.

Полякова Л.В., Ершова Э.А. Изменчивость фенольных соединений у некоторых травянистых и древесных растений от межпопуляционного до внутри индивидуального (эндогенного) уровня // Химия растит. сырья. 2000. № 1. С. 121-129.

Пшенникова Л.М. Новый вид *Dasiphora* (Rosaceae) с Дальнего Востока России // Бот. журн. 2006. Т. 91. № 6. С. 951-954.

Пшенникова Л.М., Миронова Л.Н. Новое местонахождение *Dasiphora davurica* var. *flava* (Rosaceae) на юге российского Дальнего Востока // Бот. журн. 2014. Т. 99. № 8. С. 939-940.

Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Семейства Actinidiaceae – Malvaceae, Euphorbiaceae – Haloragaceae / Отв. ред. А.Л. Буданцев. СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. Т. 2. С. 207-208.

Семкина Л.А. Изменчивость изоферментных спектров пероксидазы у сосны обыкновенной. Свердловск, 1985. 70 с.

Сычев К.С. Методы жидкостной хроматографии и твердофазной экстракции. М.: ООО «Веда», 2005. 165 с.

Триль В.М., Стальная М.И., Иващенко Т.А. Курильский чай в природе и культуре (перспективы его использования). Майкоп: Изд-во «Магарин О. Г.», 2008. 264 с.

Федосеева Г.М. Фенольные соединения *Potentilla fruticosa* // Химия природ. соединений. 1979. № 4. С. 575-576.

Флора Восточной Европы. Т. X. / Отв. ред. и ред. тома Н.Н. Цвелёв. СПб.: Мир и семья; Издательство СПХФА, 2001. 670 с.

Храмова Е.П. Состав и содержание флавоноидов *Pentaphylloides fruticosa* в природе и культуре // Химия раст. сырья. 2014. № 1. С. 185-193.

Храмова Е.П., Андышева Е.В. Фенольные соединения видов рода *Pentaphylloides* (Rosaceae) Дальнего Востока // Растительный мир Азиатской России. 2014. № 2 (14). С. 65-70.

Храмова Е.П., Высочина Г.И. Изменчивость морфологических параметров и содержания флавоноидов у *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz (Rosaceae) в условиях культуры // Химия раст. сырья. 2010. № 3. С. 135-141.

Храмова Е.П., Комаревцева Е.К. Изменчивость флавоноидного состава листьев *Potentilla fruticosa* (Rosaceae) разных возрастных состояний в условиях Горного Алтая // Раст. ресурсы. 2008. Т. 44. В. 3. С. 96-102.

Храмова Е.П., Шкель Н.М. Эколого-биохимические особенности пятилистника кустарникового при интродукции // Сибирский экол. журнал. 1999. № 3. С. 237-244.

Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Русское издание. СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.

Шкель Н.М., Храмова Е.П., Кузаков Е.В., Волхонская Т.А., Триль В.М. Фенольные соединения *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz // Химия в интересах устойчивого развития. 1997. Т. 5. № 1. С. 123-127.

Юзепчук С.В. *Rosoideae* // Флора СССР. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1941. Т. X. 676 с.

Юрьев Д.В., Эллер К.И., Арзамасцев А.П. Анализ флавонолгликозидов в препаратах и БАД на основе экстракта *Ginkgo biloba* // Фармация. 2003. № 2. С. 7-10.

Якубов В.В., Недолужко В.А., Шанцер И.А., Тихомиров В.Н., Румянцев С.Д. Rosaceae // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. СПб., 1996. Т 8. 383 с.

Bate-Smith E.C. Chromatography and taxonomy in the Rosaceae with special reference to *Potentilla* and *Prunus* // J. Linnean Soc. London. 1961. Botany. Vol. 58. N 370. P. 39-54.

Harborne J.B. Flavonoids and the Evolution of the Angiosperms // Biochemical Systematics and Ecology. 1977. Vol. 5. N 1. P. 7-22.

Harborne J.B., Williams C.A. Advances in flavonoid research since 1992 // Phytochemistry. 2000. N 55. P. 481-504.

Klackenberg J. The holarctic complex *Potentilla fruticosa* (Rosaceae) // Nord. J. Bot. 1983. Vol. 3. N 2. P. 181-191.

Li C.-L., Ikeda H., Ohba H. *Potentilla* Linnaeus // Z. Y. Wu, P. H. Raven, D. Y. Hong (eds.). Flora of China. Beijing: Science Press, St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 2003. Vol. 9. P. 291-327.

Löve A. Cytotaxonomical remarks on some American species of circumpolar taxa // Svensk Bot. Tidskr. 1954. Vol. 48. N 2. P. 211-232.

Miliauskas G. Antioxidant activity of *Potentilla fruticosa* / G. Miliauskas, T. A. van Beek, P. R. Venskutonis, J. P. H., Linssen, P. de Waard, E. J. Sudhölter // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2004. V. 84. P. 1997-2009.

Pshennikova L.M. The nutlet morphology of the Far Eastern species of the genus *Dasiphora* Raf. (Rosaceae): systematic implications // Botanica Pacifica. 2016. Vol. 5, N 1 (in press).

Schwarz V.O. Beiträge zur Nomenklatur und Systematik der mitteleuropäischen Flora. / O. Schwarz // Mitteilungen der Thüringischen Botanischen Gesellschaft. Weimar. 1949. V. 1. N 1. S. 82-119.

- Soják J. Notes on *Potentilla*. IV. Classification on Wolf's group "Potentillae trichocarpae" // *Candollea*. 1987. Vol. 42. N 2. P. 491-500.
- Van Beek T.A. Chemical analysis of *Ginkgo biloba* leaves and extracts // *J. of chromatography A*. 2002. Vol. 967. N 1. P. 21-35.
- Wolf Th. Monographia der Gattung *Potentilla*. Bibliografie der Botanik. / Th. Wolf. Stuttgart, 1908. XVI. Hf. 71. S. 1-715.