

ФЛОРА, РАСТИТЕЛЬНОСТЬ И РАСТИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

УДК 577.13:582.711.71
doi: 10.17581/bbgi1801

СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И
АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ *DASIPHORA FRUTICOSA* ИЗ
ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ВЕРХНЕГО ПРИАМУРЬЯ

© Е.В. Андышева¹, Т.М. Шалдаева², Е.П. Храмова²

¹ Амурский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН

² Центральный Сибирский Ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук

Аннотация: Исследованы состав и содержание фенольных соединений и суммарная антиоксидантная активность в листьях и цветках растений *Dasiphora fruticosa*, произрастающих в северных районах Амурской области и Забайкальского края. Установлено, что в листьях и цветках растений накапливается значительное количество фенольных соединений (от 20 до 32 мг/г от воздушно-сухой массы), при этом в цветках его содержание выше, чем в листьях. Отмечено преимущественное накопление гликозидов кверцетина по сравнению с гликозидами кемпферола и рамнетина. Наибольшее содержание гликозидов кверцетина (13–21 мг/г) и эллаговых соединений (11–17 мг/г) отмечено в растениях из более северных местообитаний. Самые высокие показатели антиоксидантной активности обнаружены в водно-этанольных экстрактах из листьев и цветков *Dasiphora fruticosa* из самой северной точки отбора, что, возможно, связано с повышенным содержанием фенольных соединений, в том числе эллаговых соединений и гликозидов кверцетина в этих образцах.

Ключевые слова: *Dasiphora fruticosa*, фенольные соединения, антиоксидантная активность, Верхнее Приамурье

Введение

В последние годы *Dasiphora fruticosa* (L.) Rydb. из семейства Rosaceae Juss. (Юзепчук, 1941; Конспект флоры..., 2012), привлекает внимание фармакологов как перспективное ценное лекарственное растение, имеющее большой ресурсный потенциал.

Установлен выраженный антимикробный эффект водного экстракта и летучих соединений в отношении широкого спектра микроорганизмов и бактерий (Макаренко, Чайка, 1974; Вичканова и др., 1986; Храмова и др., 2013; Tomczyk et al., 2010), выявлена его противовирусная и иммуностимулирующая активность (Храмова, 2014; Евстропов и др., 2002).

В надземной части *D. fruticosa* установлен широкий спектр биологически активных веществ (БАВ): эллаговые дубильные вещества, полисахариды, аминокислоты, флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, жирные кислоты, алифатические и тритерпеновые компоненты, минеральные элементы (Федосеева, 1979; Ганенко и др., 1988, 1991; Шкель и др., 1997; Дикорастущие..., 2001; Николаева и др., 2001; Триль и др., 2008; Кукина и др., 2013; Храмова и др., 2015; Bate-Smith, 1961; Harborne, 1977; Miliauskas et al., 2004; Nikolaeva, 2007; Tomczyk et al., 2010). *D. fruticosa* относится к растениям, продуцирующим значительное количество фенольных соединений (ФС), в основном флавонолов, содержание которых варьирует от 0,7 до 6,0 %, что в значительной степени обеспечивает высокую антиоксидантную активность и лекарственный эффект растительного сырья. В настоящее время большинство работ по изучению БАВ сопровождается исследованиями антиоксидантной активности, что в условиях современного мира при возрастающем влиянии неблагоприятных факторов внешней среды приобретает все большую актуальность. В связи с чем возрастает перспективность использования *D. fruticosa* в качестве лекарственного и пищевого сырья, что делает актуальным исследование биохимических особенностей этого растения для целей интродукции.

На этапе отбора исходного материала необходимо изучение особенностей накопления биологически активных соединений и антиоксидантной активности растениями из разных мест естественного обитания. Наиболее подробно представлены работы по изучению биохимического состава *D. fruticosa* в природных и интродукционных условиях Горно-

го Алтая, Северного Кавказа и Западной Сибири (Храмова, Шкель, 1999; Триль и др., 2008; Храмова, 2014). Фенольный состав *D. fruticosa* из других частей ареала менее изучен, хотя вид широко распространен в азиатской части России. Встречается повсеместно на российском Дальнем Востоке, особенно распространен в северных районах, в том числе в Амурской области (Юзепчук, 1941; Черепанов, 1995; Конспект флоры..., 2012).

Цель данной работы – сравнительное изучение содержания фенольных соединений и антиоксидантной активности в листьях и цветках *Dasiphora fruticosa* из природных популяций Амурской области и Забайкальского края.

Материал и методы

Материалом для исследований послужило сырье (листья и цветки) растений *D. fruticosa*, собранное в полевой сезон 2016 года из 7 природных ценологических популяций (ЦП) верхнего Приамурья. Две популяции расположены в Магдагачинском районе Амурской области, четыре находятся в более северном Сковородинском районе и одна, самая северная популяция, – на границе Амурской области и Забайкальского края, территориально относящаяся к Могочинскому району Забайкальского края (рис. 1). Описание мест отбора образцов приведено в таблице 1, из которой следует, что охвачен широкий спектр мест произрастания, сходных по климатическим условиям. Для определения фенольных соединений (флавоноидов и эллаговых дубильных веществ) и суммарной антиоксидантной активности (САА) брали среднюю пробу от 30 особей в фазе массового цветения. Годичные облиственные побеги длиной 15–20 см срезали равномерно по поверхности кроны, разделяли на органы, высушивали до воздушно-сухого состояния. Водно-этанольные экстракты растительных образцов готовили по общеизвестной методике (Ермаков и др., 1987). Затем для освобождения экстрактов от примесей гидрофильной природы использовали метод твердофазной экстракции (Сычев, 2005). Подробное описание методики пробоподготовки приведено в работе Е.П. Храмовой с соавторами (2013). Определение состава и содержания фенольных соединений исследуемых образцов выполняли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на жидкостном хроматографе Agilent 1200 (Agilent Technologies, США) с диодно-матричным детектором, автосамплером и программным обеспечением обработки хроматографических данных ChemStation, модифицировав методику Т.А. van Beek (2002) (Храмова, 2014). Условия разделения: колонка Zorbax SB-C18, 4,6 × 150 мм, 5 мкм.

Изократическое элюирование в системе метанол – 0,1 % H₃PO₄ (31:69) в течение 27 мин. Хроматографический анализ проводили 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 5 мкл. Аналитические длины волн – 254, 270, 290, 340, 360 и 370 нм.

Суммарное содержание фенольных соединений оценивали по сумме площадей хроматографических пиков при $\lambda = 360$ нм, так как для многих наиболее активных флавоноидов максимумы поглощения находятся в длинноволновой области (362±14 нм), что позволяет легко отличить их от других классов веществ. Суммарное содержание эллаговых дубильных веществ, рассчитывали, суммируя эллаговую кислоту и ее гликозид. Из-за отсутствия доступных стандартных образцов и сложных условий разделения для определения содержания флавонолгликозидов (гликозидов кверцетина, кемпферола и рамнетина по отдельности) в экстрактах из листьев и цветков *D. fruticosa* методом ВЭЖХ использовали анализ свободных агликонов, образующихся после кислотного гидролиза соответствующих гликозидов, с последующим пересчетом. Хроматографический анализ проводили в режиме градиентного элюирования. В подвижной фазе содержание метанола в водном растворе ортофосфорной кислоты (0,1 %) изменялось от 45 до 48 % за 18 мин. 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 определения САА фенольного типа использовали оперативный амперометрический метод (Яшин и др., 2005). Измерения проводили на приборе «Цвет Яуза-01-АА» разработки НПО «Химавтоматика» (Федина и др., 2010). Предварительно строили градуированную кривую зависимости сигнала образца сравнения (галловой кислоты) от его концентрации. САА, мг/г определяли в водно-спиртовых экстрактах, для получения которых 1,0 г сырья заливали 50 мл этанола (70 %) и встряхивали в течение 1 часа на перемешивающем устройстве. За результат принимали среднее из данных трех параллельных определений по каждому показателю (Яшин и др., 2005).

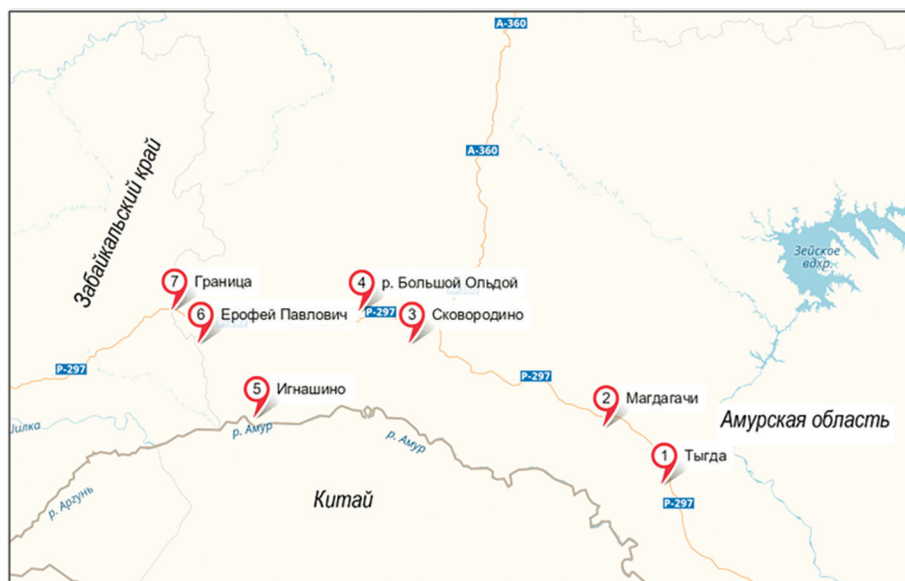


Рис. 1. Схема сбора образцов *D. fruticosa* в популяциях Верхнего Приамурья

Результаты и обсуждение

Флавоноиды характеризуются широким распространением в растениях, а их содержание является важнейшим показателем его биологической ценности (Chen, 1996). Поскольку установлен, что основной вклад в величину суммарного содержания антиоксидантов вносят БАВ, в том числе фенольные соединения, нами определено их суммарное содержание, а также суммы по группам соединений – гликозидов кверцетина, кемпферола и рамнетина, сумма эллаговых дубильных соединений.

Установлено, что качественный состав ФС сходен, однако сравнительный анализ в содержании компонентов показал некоторые различия в зави-

симости от органов и местообитаний растений (табл. 2).

Отмечено, что в целом суммарное содержание фенольных соединений выше в цветках, чем в листьях. Так, в цветках *D. fruticosa* оно варьировало от 26 до 42 мг/г от воздушно-сухой массы, в листьях было несколько ниже и составляло от 20 до 39 мг/г. Наибольшее содержание ФС (39 мг/г) обнаружено в листьях растений *D. fruticosa* в окрестностях пос. Магдагачи, произрастающих под пологом березового леса (ЦП 2), наименьшее (20 мг/г) – в растениях, произрастающих на закустаренном лугу в пой-

ме р. Тыгда (ЦП 1). В цветках, напротив, максимум ФС (42 мг/г) отмечен в растениях из Тыгдинской (ЦП 1), а минимум (26 мг/г) – у особей из окрестностей пос. Игнашино (ЦП 7), наиболее южной точки отбора образцов, под пологом лиственнично-березово-соснового леса.

Для того чтобы проанализировать содержание флавонолгликозидов по отдельности, был проведен кислотный гидролиз водно-этанольных экстрактов из листьев и цветков *D. fruticosa*. Анализ гидролизатов показал наличие трех агликонов – кверцетина, кемпферола и рамнетина. Установлено, что для листьев и цветков *D. fruticosa* вне зависимости от местообитания отмечено наличие всех трех аглико-

Таблица 1. Места и даты сбора образцов *Dasiphora fruticosa*

Ценотическая популяция, дата сбора	Место сбора, местообитание, координаты
ЦП 1:29.06.2016	Амурская обл., Магдагачинский р-н, окр. пос. Тыгда, закустаренный луг в пойме р. Тыгда, 53,11077°с.ш., 126,34751°в.д., высота – 148 м над ур. м.
ЦП 2:29.06.2016	Амурская обл., Магдагачинский р-н, окр. пос. Магдагачи, под пологом березового леса, вдоль берега дамбы, 53,44483°с.ш., 125,77829°в.д., высота – 181 м над ур. м.
ЦП 3:01.07.2016	Амурская обл., Сквородинский р-н, окр. пос. Сквородино, правый берег реки Большой Невер, заросли кустарников, 53,99128°с.ш., 123,91199°в.д., высота – 386 м над ур. м.
ЦП 4:04.07.2016	Амурская обл., Сквородинский р-н, заросли кустарников на левом берегу р. Большой Ольдой, 54,04436°с.ш., 123,43762°в.д., высота – 348 м над ур. м.
ЦП 5:04.07.2016	Амурская обл., Сквородинский р-н, 3 км от пос. Игнашино, лиственнично-березово-сосновый лес, 53,49490°с.ш., 122,41985°в.д., высота – 706 м над ур. м.
ЦП 6:02.07.2016	Амурская обл., Сквородинский р-н, окр. пос. Ерофей Павлович, вдоль ручья под пологом лиственнично-березового леса, 53,95254°с.ш., 121,96906°в.д., высота – 408 м над ур. м.
ЦП 7:03.07.2016	Забайкальский край, Могочинский р-н, пограничная зона между Сквородинским р-ном Амурской обл. и Могочинским р-ном Забайкальского кр., каменистые осыпи вдоль федеральной трассы, 54,10692°с.ш., 121,63219°в.д., высота – 673 м над ур. м.

нов, за исключением растений, произрастающих в окрестностях пос. Ерофей Павлович (ЦП 6), в листьях и цветках которых не обнаружен рамнетин. В результате анализа содержания флавоногликозидов установлено, что во всех исследуемых образцах преимущественно накапливались гликозиды кверцетина по сравнению с гликозидами кемпферола и рамнетина (табл. 2). Так, наибольшее содержание гликозидов кверцетина (20,6 мг/г и 19,2 мг/г) отмечено в листьях растений, произрастающих на каменистых осыпях (ЦП 5) и вдоль ручья под пологом лиственнично-березового леса (ЦП 6). Следует отметить, что данные точки отбора образцов расположены наиболее близко по отношению друг к другу. Показано, что содержание гликозидов кверцетина выше в листьях, чем в цветках, за исключением растений из ЦП 4, произрастающих на закустаренном лугу вдоль берега р. Большой Ольдой, где гликозиды кверцетина преобладают в цветках (18,4 мг/г). Гликозиды кемпферола, напротив, в большей мере накапливались в цветках растений по сравнению с листьями. Их максимум (3,1 мг/г) отмечен в цветках растений *D. fruticosa*, произрастающих под пологом березового леса на частично затопляемом берегу дамбы в окрестности пос. Магдагачи (ЦП 2). Минимум гликозидов

кемпферола выявлен в листьях (1,0 мг/г) растений *D. fruticosa*, произрастающих по берегу реки Большой Ольдой (ЦП 4). Содержание гликозидов рамнетина, как и гликозидов кверцетина, выше в листьях, чем в цветках (табл. 2). Его максимум (4,6 мг/г) установлен в листьях растений, произрастающих на открытой солнечной территории на закустаренном лугу (ЦП 3) в окрестности пос. Сковородино и в окрестности пос. Магдагачи (4,3 мг/г, ЦП 2). При этом следует отметить, что в листьях и цветках растений в окрестности пос. Ерофей Павлович (ЦП 6) гликозиды рамнетина в листьях и цветках *D. fruticosa* не обнаружены.

Сумма эллаговых дубильных веществ в надземных органах *D. fruticosa* представлена содержанием эллаговой кислоты и ее гликозида (Храмова, 2016). В целом, сумма эллаговых соединений выше в листьях по сравнению с цветками. Так, в листьях растений *D. fruticosa* она варьировала от 8,4 до 16,9 мг/г, в цветках – несколько ниже от 10,4 до 13,9 мг/г. При этом максимум эллаговых веществ отмечен в листьях (16,9 мг/г) растений *D. fruticosa*, обитающих на каменистых осыпях вдоль федеральной трассы на границе Амурской области и Забайкальского края (ЦП 7), а минимум (8,4 мг/г) – в листьях растений, произрастающих на берегу

Таблица 2. Содержание фенольных соединений и суммарного содержания антиоксидантов в листьях и цветках *D. fruticosa* из разных местообитаний Верхнего Приамурья

Ценоотическая популяция	Орган	Сумма ФС	Сумма гликозидов-кверцетина	Сумма гликозидов кемпферола	Сумма-гликозидов-рамнетина	Сумма-эллаговых веществ	САА
ЦП 1	Листья	20,1	13,7	1,4	2,5	8,4	0,46
	Цветки	42,3	13,1	2,3	0,5	10,4	0,53
ЦП 2	Листья	38,7	17,1	2,6	4,3	15,3	0,73
	Цветки	30,7	13,6	3,1	0,7	12,2	0,94
ЦП 3	Листья	34,2	17,7	1,8	4,6	14,0	0,50
	Цветки	30,4	14,8	2,3	0,8	12,7	0,63
ЦП 4	Листья	23,2	16,9	1,0	0,4	11,0	0,39
	Цветки	29,0	18,4	2,1	0,3	10,5	1,04
ЦП 5	Листья	30,8	17,7	1,6	3,1	13,7	0,38
	Цветки	28,8	16,6	2,5	0,5	11,8	0,60
ЦП 6	Листья	25,0	19,2	1,4	0	13,9	0,42
	Цветки	35,3	18,2	2,1	0	13,8	0,61
ЦП 7	Листья	34,2	20,6	2,2	2,4	16,9	0,77
	Цветки	26,1	12,8	2,3	0,2	11,4	1,07
$X \pm \delta$	Листья	29,5±6,8	17,6±2,1	1,7±0,5	2,5±1,7	13,3±2,8	0,5±0,1
	Цветки	31,8±5,4	15,3±2,3	2,3±0,3	0,4±0,2	11,8±1,2	0,8±0,2
$C_v, \%$	Листья	23	12	31	71	21	31
	Цветки	17	15	14	65	10	29

Примечание: $X \pm \delta$ – среднее значение между ЦП ± стандартное отклонение, $C_v, \%$ – коэффициент изменчивости

реки Тыгда, где отмечена наименьшая высота над уровнем моря (148 м над ур. м., ЦП 1). Следует отметить, что максимальное содержание эллаговых соединений в цветках (13,9 мг/г) установлено в растениях в окрестности пос. Ерофей Павлович (ЦП 6), а минимальное – с берега р. Большой Ольдой (ЦП 4), которое практически полностью совпадает с их содержанием в листьях (табл. 2).

По результатам анализа содержания эллаговой кислоты и ее гликозида по отдельности стоит отметить, что эллаговая кислота преимущественно накапливается в цветках, а ее гликозид, напротив, в листьях растений *D. fruticosa* вне зависимости от местообитания (рис. 2). При этом максимум содержания эллаговой кислоты установлен в листьях (3 мг/г) растений, произрастающих вдоль берега р. Большой Ольдой (ЦП 4), а минимум (0,5 мг/г) – в листьях растений, собранных в окрестности пос. Тыгда (ЦП 1). Наибольшее содержание эллаговой кислоты отмечено в цветках растений, произрастающих вдоль ручья в окрестностях пос. Ерофей Павлович (2,6 мг/г, ЦП 6) и у растений, обитающих в окрестности пос. Сковородино (2 мг/г, ЦП 3).

Максимум накопления гликозида эллаговой кислоты в листьях установлен для образцов из самой северной точки отбора (ЦП 7), находящейся на границе двух регионов. При этом следует отметить, что в цветках его максимум выявлен в образцах, собранных в ближайшей к этому местообитанию ЦП 6 в окрестности пос. Ерофей Павлович и в этих же образцах установлен минимум эллаговой кислоты. Наименьшее содержание гликозида эллаговой кислоты отмечено в листьях (7,8 мг/г) и цветках (7,2 мг/г) растений, произрастающих в пойме реки в окрестностях пос. Тыгда (ЦП 1).

В ходе исследования была определена суммарная антиоксидантная активность листьев и цветков растений *D. fruticosa*. В результате установлено, что эти показатели значительно варьируют, т.е. экстракты всех исследованных образцов из семи ЦП проявляют различную антиоксидантную активность. При этом отмечено, что САА больше в цветках растений *D. fruticosa* по сравнению с листьями. Так, в цветках САА варьирует от 0,60 мг/г до 1,07 мг/г, в листьях эти значения ниже – от 0,38 мг/г до 0,77 (рис. 3, табл. 2). Сравнительный анализ САА экстрактов из растительных образцов разных популяций показал, что максимальная активность проявляется в цветках (1,07 мг/г) и листьях (0,77 мг/г) растений из самой северной точки отбора (ЦП 7), которые также выделяются по высокому суммарному содержанию ФС, в том числе эллаговых дубильных веществ и суммы гликозидов кверцетина, что подтверждается литературными данными для других видов рас-

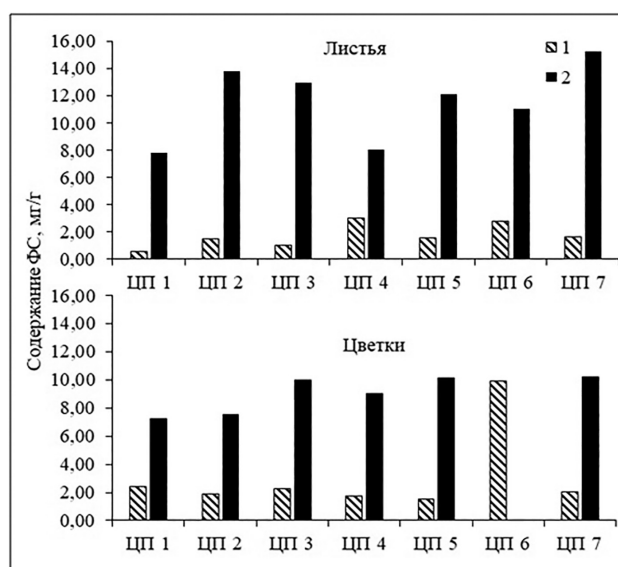


Рис. 2. Содержание эллаговой кислоты (1) и гликозида эллаговой кислоты (2) в листьях и цветках растений *D. fruticosa* из популяций Верхнего Приамурья.

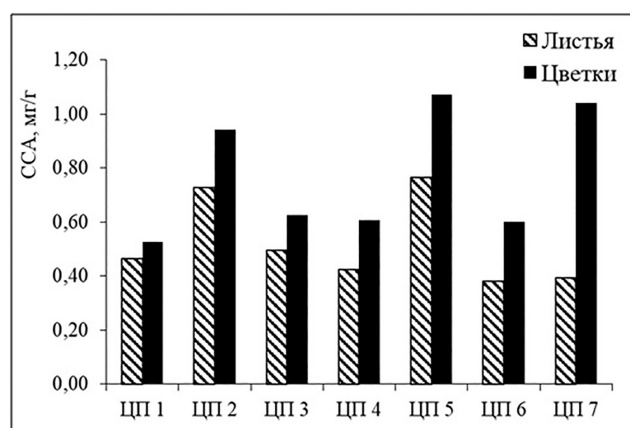


Рис. 3. Содержание суммарной антиоксидантной активности в водно-этанольных экстрактах листьев и цветков *D. fruticosa* из популяций Верхнего Приамурья.

тений (Шалдаева, 2015). Достаточно высокой САА (1,04 мг/г) обладали цветки растений, произрастающие на берегу реки Б. Ольдой (ЦП 4) и листья (0,73 мг/г) растений, собранных на берегу дамбы под пологом березового леса из Магдагачинского района (ЦП 2). В этих же образцах установлено высокое содержание суммы эллаговых соединений и гликозидов кверцетина. Данный факт подтверждается результатами исследований Miliauskas et al. (2009), которые в своей работе по антиоксидантной активности цветков *Potentilla fruticosa* (= *Dasiphora fruticosa*) приводят ряд соединений с высокой антиоксидантной активностью, где эллаговые соединения и гликозиды кверцетина отнесены к соединениям, вносящими наибольший вклад в антиоксидантную активность этих растений.

Была предпринята попытка оценить межпопуляционную изменчивость по содержанию суммы ФС, эллаговых соединений, гликозидов кверцетина, кемпферола и рамнетина, а также САА в листьях и цветках *D. fruticosa* из разных местообитаний.

В качестве меры изменчивости использовали коэффициент вариации, его оценку проводили по эмпирической шкале уровней изменчивости, предложенной С.А. Мамаевым (1972). Уровень изменчивости считается очень низким при $CV \leq 7\%$, низким при $CV = 8-12\%$, средним при $CV = 13-20\%$, высоким при $CV = 21-40\%$ и очень высоким $CV > 40\%$.

Варьирование суммарного содержания ФС в листьях и цветках установлено в диапазоне $CV = 17-23\%$, что оценивается как средний уровень изменчивости.

Для суммы эллаговых соединений установлены низкий и средний уровни коэффициента вариации ($CV = 10-21\%$). Уровень изменчивость гликозидов кверцетина в листьях и цветках растений *D. fruticosa* оценивается как низкий и средний ($CV = 12-15\%$). Наиболее изменчивыми следует считать сумму гликозидов кемпферола ($CV = 14-31\%$), гликозидов рамнетина ($CV = 65-71\%$) и САА ($CV = 29-31\%$), которым свойственны высокие и очень высокие уровни изменчивости признаков (табл. 2). Таким образом, можно заключить, что из исследованных биохимических показателей листьев и цветков *D. fruticosa* наиболее стабильны суммарное содержание ФС, сумма эллаговых соединений, сумма гликозидов кверцетина.

Выводы

В результате проведенного исследования установлено, в листьях и цветках растений *D. fruticosa*, произрастающих в природных популяциях Верхнего Приамурья, обнаружено достаточно высокое содержание ФС (29–32 мг/г).

Установлено, что в растениях *D. fruticosa* преимущественно накапливаются гликозиды кверцетина. Наибольшее их содержание (13–21 мг/г) отмечено в растениях из северных местообитаний Сковородинского района.

Суммарное содержание эллаговых соединений выше в листьях по сравнению с цветками, максимум накопления отмечен в листьях растений из самой северной точки отбора.

Самые высокие показатели антиоксидантной активности обнаружены в водно-этанольных экстрактах из листьев и цветков растений из самой северной популяции, что, возможно, связано с повышенным содержанием фенольных соединений, в частности эллаговых соединений и гликозидов кверцетина.

Растения из самых северных популяций характеризовались максимальным накоплением гликозидов кверцетина, эллаговых соединений и высокой антиоксидантной активностью.

Благодарности

«Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 16–34–00699 мол_а», а также в рамках реализации Государственного задания «Оценка современного биологического разнообразия и ресурсного потенциала флоры Восточной Азии» АААА–А17–117021310193–7.

Авторы выражают благодарность И.В. Андышевой, за помощь в проведении полевых исследований и сборе растительного сырья из природных популяций Амурской области.

Литература

- Вичканова С.А., Адгина В.В., Изосимова С.Б., Фатеева Т.В. Изучение антимикробной активности растений рода *Potentilla* (сем. Rosaceae) // Матер. Всесоюзной конф. «Новые лекарственные препараты из растений Сибири и Дальнего Востока». – Томск, 1986. – С. 30–31.
- Ганенко Т.В., Верещагин А.Л., Семенов А.А. Химический состав *Potentilla fruticosa* 3. Флавоноиды и свободные стеринны // Химия природных соединений. 1991. – Вып. 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 природных соединений. 1988. – Вып. 3. – С. 451.
- Дикорастущие полезные растения России. – СПб., 2001. С. – 488.
- Евстропов А.Н., Бурова Л.Г., Грек О.Р., Захарова Л.Н., Волхонская Т.А. Применение полифенольного комплекса, экстрагированного из пятилистника кустарникового (*Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz), для профилактики Коксаки-вирусной инфекции // Бюллетень сибирской медицины. 2002. – Вып. 4. – С. 27–31.
- Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. Методы биохимического исследования растений. – 3-е изд-е перераб. и допол. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
- Конспект флоры Азиатской России: Сосудистые растения. – Новосибирск, 2012. – 640 с.
- Кукина Т.П., Сальникова О.И. Липофильные компоненты *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz. // Матер. I Междунар. научн. конф. «Лекарственные растения: фундаментальные и прикладные проблемы». – Новосибирск, 2013. – С. 186–188.
- Макаренко Н.Г., Чайка В.М. Антимикробная активность представителей *Potentilla* L. Юго-Восточного Алтая в связи с их систематикой и экологией // Растительные ресурсы. 1974. – Т. 10. – Вып. 2. – С. 180–187.
- Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений – М., 1972. – 284 с.
- Николаева И.Г., Хобракова В.Б., Арьяева М.М. Пяти-

- листник кустарниковый (Курильский чай кустарниковый). – Улан-Удэ, 2001. – 110 с.
- Сычев К.С. Методы жидкостной хроматографии и твердофазной экстракции. – М., 2005. – 165 с.
- Триль В.М., Стальная М.И., Иващенко Т.А. Курильский чай в природе и культуре (перспективы его использования). – Майкоп, 2008. – 264 с.
- Федина П.А., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Определение антиоксидантов в продуктах растительного происхождения амперометрическим методом // Химия растительного сырья. 2010. – Вып. 2. – С. 91–97.
- Федосеева Г.М. Фенольные соединения *Potentilla fruticosa* // Химия природных соединений. 1979. – Вып. 4. – С. 575–576.
- Храмова Е.П. Род *Pentaphylloides* Hill (Rosaceae) Азиатской России (фенольные соединения, элементный состав в природе и культуре, хемотаксономия): Дис. ... докт. биол. наук. – Новосибирск, 2016. – 437 с.
- Храмова Е.П. Состав и содержание флавоноидов *Pentaphylloides fruticosa* в природе и культуре // Химия растительного сырья. 2014. – Вып. 1. – С. 185–193.
- Храмова Е.П., Цыбуля Н.В., Чиндяева Л.Н. Антимикробная активность летучих соединений и содержание фенольных компонентов у некоторых видов рода *Pentaphylloides* (Rosaceae) // Растительные ресурсы. 2013. – Т. 3. – Вып. 4. – С. 598–611.
- Храмова Е.П., Чанкина О.В., Андышева Е.В., Ракшун Я.В., Сороколетов Д.С. Элементный состав видов рода *Pentaphylloides* (Rosaceae) Дальнего Востока России // Известия РАН. Серия физическая. 2015. – Т. 79. – Вып. 1. – С. 77–83.
- Храмова Е.П., Шкель Н.М. Эколого-биохимические особенности пятилистика кустарникового при интродукции // Сибирский экологический журнал. 1999. – Вып. 3. – С. 237–244.
- Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб., 1995. – 992 с.
- Шалдаева Т.М. Исследование некоторых видов рода *Filipendula* Mill. на содержание флавоноидов и антиоксидантную активность // Химия растительного сырья. 2015. – Вып. 1. – С. 217–220.
- 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. – В кн.: Флора СССР. – Т. 10. – М., Л., 1941 – 676 с.
- Юрьев Д.В., Эллер К.И., Арзамасцев А.П. Анализ флавонолгликозидов в препаратах и БАД на основе экстракта *Ginkgo biloba* // Фармация. 2003. – Вып. 2. – С. 7–10.
- Яшин А.Я., Яшин Я.И., Черноусова Н.И., Пахомов В.П. Новый прибор для определения природных антиоксидантов. – М., 2005. – 100 с.
- Bate Smith E.C. Chromatography and taxonomy in the Rosaceae with special reference to *Potentilla* and *Prunus* // Journal Linnaean Social London. Botany. 1961. – Т. 58. – Vol. 370. – P. 39–54.
- Chen Z.Y. Antioxidant activity of natural flavonoids is governed by number and location of their aromatic hydroxyl groups // Chemistry and Physics of Lipids. 1996. – Т. 79. – Vol. 2. – P. 157–163.
- Harborne J.B. Flavonoids and the evolution of the angiosperms // Biochemical Systematics and Ecology. 1977. – Т. 5. – Vol. 1. – P. 7–22.
- Miliauskas G., van Beek T.A., Venskutonis P.R., Linsen J.P.H., de Waard P., Sudhölter E.J. Antioxidant activity of *Potentilla fruticosa* // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2004. – Vol. 84. – P. 1997–2009.
- Miliauskas G. Antioxidant activity of *Potentilla fruticosa* // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2009. – Vol. 84. – P. 1997.
- Nikolaeva I.G. Amino acids from *Pentaphylloides fruticosa* and *P. parvifolia* // Chemistry of Natural Compounds. 2007. – Т. 43. – Vol. 6. – P. 760–761.
- Tomczyk M., Pleszczyńska M., Wiater A. Variation in total polyphenolics contents of aerial parts of *Potentilla* species and their anticarcinogenic activity // Molecules. 2010. – Vol. 15. – P. 4639–4651.
- Van Beek T.A. Chemical analysis of *Ginkgo biloba* leaves and extracts // Journal of chromatography A. 2002. – Т. 967. – Vol. 1. – P. 21–35.

PHENOLIC COMPOUNDS PROFILE AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF *DASIPHORA FRUTICOSA* FROM UPPER AMUR REGION

E.V. Andysheva¹, T.M. Shaldaeva², E.P. Khramova²

¹Amur branch of the Botanical Garden-Institute FEB RAS

²Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

The qualitative and quantitative research of total phenolic compounds and antioxidant activity were studied in leaves and flowers of plants *Dasiphora fruticosa* from the natural populations of Amur region and Zabaykalsky krai. The quantity of phenolic compounds accumulates in leaves and flower of plants of *Dasiphora fruticosa* were from 20 to 32 mg/g of air-dry weight, but the contents are higher in the flowers than in the leaves. The content of glycosides of quercetin higher than glycosides of kaempferol and rhamnetin. The content of quercetin glycosides (13–21 mg/g) and tannins (11–17 mg/g) are highest in plants from the northernmost habitats. The antioxidant activity is higher in extracts from leaves and flowers of *Dasiphora fruticosa* from the Northern populations. This fact can be associated with high content of phenolic compounds (tannins and glycosides of quercetin).

Key words: *Dasiphora fruticosa*, phenolic compounds, antioxidant activity, Upper Amur Region.

II. 3. Tabl. 2. Bibl. 34.