

УДК 582.734.4:547.972

ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ *SANGUISORBA OFFICINALIS* (ROSACEAE), ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

© Т.М. Шишмарева*, В.М. Шишмарев, Д.Н. Оленников

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН,
ул. Сахьяновой, 6, Улан-Удэ, 670047 (Россия), e-mail: shishmarevatm@mail.ru

Настоящая работа посвящена изучению фенольных соединений кровохлебки лекарственной (*Sanguisorba officinalis* L.), произрастающей в Восточной Сибири. В результате было определено количественное содержание флавоноидов в экстрактах *S. officinalis* спектрофотометрическим методом (в траве – 0.68–5.41%, в корневищах и корнях – 0.20–0.51%), катехинов – спектрофотометрическим ванилин-сернокислотным методом (в траве – 0.05–0.75%, в корневищах и корнях – 0.08–9.86%) и процианидинов – спектрофотометрическим методом по Porter (в траве – 0.02–1.45%, в корневищах и корнях – 0.08–1.05%). Регрессионный анализ зависимостей «широта/долгота/высота–содержание фенольных соединений» показал, что высокие значения коэффициента корреляции были отмечены для зависимостей между содержанием катехинов в траве, корневищах и корнях *S. officinalis* и долготой места произрастания, а также высотой; на содержание флавоноидов в траве, корневищах и корнях *S. officinalis* оказывали влияние долгота и широта места сбора; на концентрацию процианидинов в органах *S. officinalis* географические показатели оказывали менее выраженное влияние. С использованием метода ВЭЖХ-ДМД-ИЭР-МС было осуществлено хроматографическое профилирование травы и корневищ и корней *S. officinalis*. В результате анализа данных о хроматографической подвижности, УФ- и масс-спектров было выявлено присутствие 52 соединений, в том числе 45 – в траве и 31 – в корневищах и корнях. Представители семи групп фенольных соединений были обнаружены в *S. officinalis*, в том числе галлотаннины, флавонол-О-гликозиды, процианидины, эллаготаннины, гидроксидинаматы, катехины и пироны, среди которых 12 соединений, описанных ранее для вида, а присутствие 40 компонентов показано впервые.

Ключевые слова: *Sanguisorba officinalis*, Rosaceae, флавоноиды, эллаготаннины, ВЭЖХ, масс-спектрометрия.

Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках научного проекта № АААА-А17-117011810037-0.

Введение

Кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis* L.) – многолетнее травянистое растение семейства Розоцветные (Rosaceae) до 110 см высотой [1]. На территории Российской Федерации *S. officinalis* встречается в Сибирской и Восточной Арктике, во всех районах Европейской части, Западной и Восточной Сибири и Дальнего Востока [1]. Данный вид произрастает на лугах, луговых склонах, опушках, обочинах дорог, залежах, в луговых степях, кустарничковых тундрах, разреженных смешанных лесах, по берегам рек [1].

В официальной медицине, а также в медицине стран Азии (Тибет, Китай, Корея, Монголия, Россия) корневища и корни *S. officinalis* применяются как вяжущее и кровоостанавливающее средство при диарее и

маточных кровотечениях [2]. Надземная часть *S. officinalis* применяется в китайской медицине аналогично подземной части [3], в народной медицине – в качестве гемостатического и ранозаживляющего средства, в тибетской – протистостатического [4]; листья *S. officinalis* рекомендуются в корейской медицине для лечения артрита, невралгии, белых, рвоты, диареи и при укусах змей [5]. Спиртовой экстракт корневищ и корней *S. officinalis* обладает антибак-

Шишмарева Татьяна Михайловна – кандидат фармацевтических наук, научный сотрудник лаборатории медико-биологических исследований, e-mail: shishmarevatm@mail.ru

Шишмарев Вячеслав Михайлович – кандидат биологических наук, младший научный сотрудник лаборатории медико-биологических исследований, e-mail: shishmarev.2015@mail.ru

Оленников Даниил Николаевич – доктор фармацевтических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории медико-биологических исследований, e-mail: olennikovdn@mail.ru

* Автор, с которым следует вести переписку.

териальной активностью [6], водный экстракт – антиаллергической [7], антиоксидантной [8] и антивирусной в отношении вируса гепатита В [9]. Наибольшее влияние на угнетение роста изученных штаммов микроорганизмов и проявление антирадикальной активности показывает экстракт травы кровохлебки [10]. В растении обнаружены различные группы биологически активных веществ – тритерпеноиды, фенолкарбоновые кислоты и их производные, углеводы, стероиды, хромоны, флавоноиды, антоцианы, катехины и проантоцианидины [11–16].

В промышленно развитых странах Запада почти полностью истощены естественные запасы многих полезных растений, в том числе лекарственных. Запасы лекарственных растений в природе в южных и юго-западных районах России также истощены, в связи с чем возникла необходимость в исследовании лекарственных растений местной флоры. Изучены ресурсы и онтогенетическая структура ценопопуляций *S. officinalis* в разных районах Республики Бурятия [15, 16]. Самые высокие показатели удельной фитомассы наблюдаются в популяциях, которые характеризуются высокой фитомассой одного экземпляра и высокой плотностью *S. officinalis*. Установлено, что *S. officinalis* имеет достаточные запасы корневищ и корней, а также травы в Республике Бурятия и может быть использована для фармацевтических нужд.

Целью настоящей работы является изучение фенольных соединений *S. officinalis*, произрастающей в Восточной Сибири.

Экспериментальная часть

Растительное сырье. Образцы *S. officinalis* были собраны в 2019 г. в шести районах Республики Бурятия (табл. 1, рис. 1) в фазе цветения/плодоношения. Растительное сырье высушивали в конвекционной печи (45 °С) до значений влажности <5% и измельчали (1–2 мм).

Карта-схема района исследований ценопопуляций *S. officinalis*, произрастающей в Восточной Сибири, выполнена при помощи программы SAS.Planet.Release.121010.

Таблица 1. Описание ценопопуляций *S. officinalis*

Но- мер ЦП ^а	Географические координаты	Высота н.у.м., м	Дата сбора	Местообитание	Ассоциация	ОПП ^б , %	Плот- ность, экз./м ²	ЧВ ^в
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кижингинский район								
1	N 51°59'15.52" E 110°33'16.93"	985	01.07.2019	окр. с. Булаг (2 км на север)	Злаково-разно- травная	70	1.9	27
2	N 52°00'09.10" E 110°33'24.24"	893	01.07.2019	окр. с. Булаг (3.5 км на север)	Злаково-по- лынно-разнотрав- ная	85	2.0	21
3	N 51°57'45.05" E 110°50'53.11"	1052	02.07.2019	окр. с. Хуртэй	Термопсисово- лапчатково-раз- нотравная	55	2.9	27
4	N 51°56'34.16" E 110°19'06.82"	886	02.07.2019	окр. с. Могсохон	Злаково-разно- травная	75	2.0	37
5	N 51°48'14.90" E 109°39'19.13"	717	03.07.2019	окр. с. Ушхайта (1 км на юго-за- пад)	Злаково-разно- травная	60	7.8	30
6	N 51°51'07.54" E 109°40'58.11"	918	03.07.2019	окр. с. Ушхайта (2 км на северо- запад)	Полынно-зла- ково-осоковая	45	6.6	14
Прибайкальский район								
7	N 52°16'49.03" E 107°52'06.61"	825	04.07.2019	окр. с. Ангыр (0.5 км на север)	Осоково-крово- хлебково-разно- травная	70	9.8	22
8	N 52°17'03.42" E 107°51'42.70"	967	04.07.2019	окр. с. Ангыр (1 км на северо- запад)	Зопниково-осо- ково-разнотрав- ная	75	4.6	26
9	N 52°12'14.50" E 107°41'37.44"	552	22.08.2019	окр. с. Иркилик	Лапчатково-иван- чайно-злаковая	60	4.2	26

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	N 52°15'28.11" E 107°45'20.22"	563	22.08.2019	окр. с. Зырянск	Злаково-крово- хлебково-разно- травная	75	10.3	25
11	N 52°14'06.76" E 107°42'54.28"	613	22.08.2019	окр. с. Карымск	Злаково-разно- травная	70	1.6	28
Иволгинский район								
12	N 51°51'19.01" E 107°23'06.55"	830	14.08.2019	окр. с. Гурульба (3 км на север)	Горцево-крово- хлебково-разно- травная	60	7.2	39
13	N 51°48'12.57" E 107°19'58.12"	656	20.08.2019	окр. с. Гурульба (5 км на юг)	Горцево-лапчат- ково-разнотрав- ная	30	1.4	12
14	N 51°50'49.74" E 107°23'18.81"	540	20.08.2019	окр. с. Гурульба (2 км на север)	Злаково-крово- хлебково-разно- травная	70	9.6	27
15	N 51°44'21.45" E 107°08'48.24"	642	20.08.2019	окр. с. Каленово	Горцево-разно- травная	45	4.7	28
16	N 51°46'33.52" E 107°15'18.28"	918	20.08.2019	окр. с. Ивол- гинск	Злаково-по- лынно-разнотрав- ная	30	6.0	25
Заиграевский район								
17	N 51°52'37.08" E 107°52'27.23"	919	12.08.2019	окр. с. Сосновый Бор	Осоково-разно- травная	60	6.1	37
18	N 51°49'40.14" E 108°06'46.85"	566	12.08.2019	окр. с. Тодогто	Злаково-тер- мопсисово-разно- травная	30	0.6	11
19	N 51°54'33.11" E 107°52'24.67"	575	11.09.2019	окр. с. Дабаты	Кровохлебково- колосняково-раз- нотравная	70	10.6	15
Мухоршибирский район								
20	N 51°02'59.15" E 107°49'47.28"	742	26.08.2019	окр. с. Мушор- шибирь	Лапчатково-раз- нотравная	85	6.4	35
Селенгинский район								
21	N 51°25'32.54" E 106°41'30.58"	877	18.08.2019	окр. с. Жарга- ланта	Осоково-крово- хлебково-разно- травная	80	14.1	28

^a Цифрами обозначены номера ценопопуляций *S. officinalis*; ^b общее проективное покрытие травяного яруса; ^c число видов.

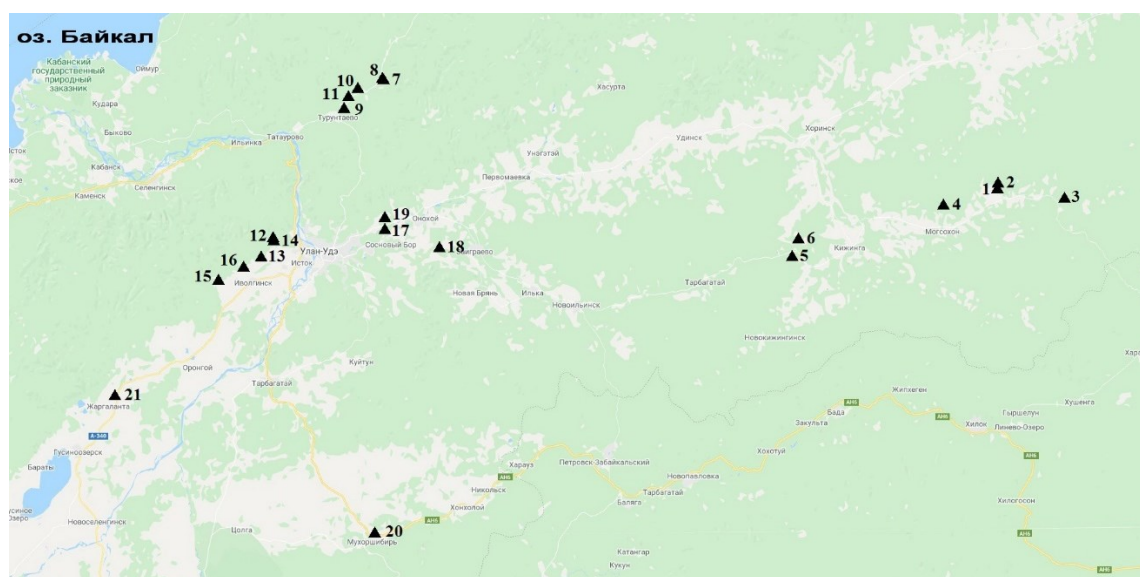


Рис. 1. Карта-схема района исследований в Республике Бурятия (▲ – местонахождения ценопопуляций *S. officinalis*)

Фитоценотическая характеристика изученных ценопопуляций дается на основании геоботанических описаний, проводившихся по общепринятой методике [17, 18].

Общие экспериментальные условия. Количественное содержание флавоноидов в экстрактах определяли спектрофотометрическим методом в присутствии хлорида алюминия (вещество сравнения – кверцетин-7-глюкозид) [19], катехинов – спектрофотометрическим ванилин-сернокислотным методом (вещество сравнения – (+)-катехин) [20], процианидинов – спектрофотометрическим методом по Porter (вещество сравнения – процианидин B1) [20]. В работе использованы коммерческие образцы веществ сравнения следующих производителей: Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA) – галловая кислота (No G7384), 1-*O*-галлоил глюкоза (No 69288), 1,3,6-три-*O*-галлоил глюкоза (No 78864), 1,2,3,4,6-пента-*O*-галлоил глюкоза (No 67548), 4-*O*-кофеилхинная кислота (No 65969), кверцетин-3-*O*-рутинозид (No R5143), кверцетин-3-*O*-глюкозид (No 17793), кверцетин-3-*O*-галактозид (No 00180585), кверцетин-3-*O*-арабинозид (No 44006), кемпферол-3-*O*-рутинозид (No 90242), кемпферол-3-*O*-глюкозид (No 79851); Extrasynthese (Lyon, France) – процианидины B1 (No 0983), B2 (No 0984), C1 (No 0988), катехин (No 0976S), 5-*O*-кофеилхинная кислота (No 4961S); ChemFaces (Wuhan, Hubei, PRC) – кверцетин-3-*O*-софорозид (No CFN90630), кемпферол-3-*O*-арабинозид (No CFN97572), кемпферол-3-*O*-(6''-*O*-ацетил)-глюкозид (No CFN97134); Toronto Research Chemicals (North York, ON, Canada) – 1,6-ди-*O*-галлоил глюкоза (No D293195); BioBioPha (Kunming, Yunnan, PRC) – 1,2,3,6-тетра-*O*-галлоил глюкоза (No BBPP05354). Некоторые соединения были выделены нами ранее из растительных объектов и имели чистоту $\geq 95\%$: 2-пирон-4,6-дикарбоновая кислота [21], 3-*O*-кумароилхинная кислота, теллимаграндин II [22], сангуинин Н-11, казуаринин [23], кверцетин-3-*O*-(6''-*O*-ацетил)-глюкозид [24].

ВЭЖХ-ДМД-ИЭР-МС. Анализ осуществляли на жидкостном хроматографе LCMS-8050 (Shimadzu, Columbia, MD, USA), соединенном с диодно-матричным детектором (ДМД) и 3Q детектором с ионизацией электрораспылением (ИЭР/МС; electrospray ionization, ESI), используя колонку GLC Mastro C18 (150×2.1 мм, Ø3 мкм; Shimadzu, Kyoto, Japan). Условия ВЭЖХ: подвижная фаза, элюент А – 0.5% HCOOH в воде, элюент В – 0.5% HCOOH в ацетонитриле; программа градиента – 0–5 мин 3–5% В, 5–8 мин 5–11% В, 8–15 мин 11–32% В, 15–19 мин 32–65% В, 19–25 мин 65–3% В; инжектируемый объем – 1 мкл; скорость потока – 150 мкл/мин; температура колонки – 30 °С; диапазон сканирования спектров поглощения – 200–600 нм. Условия ИЭР-МС: режим ионизации – электрораспыление; температура интерфейса ИЭР – 300 °С; температура линии десольватации – 250 °С; температура нагревательного блока – 400 °С; скорость газа-распылителя (N₂) – 3 л/мин; скорость газа-нагревателя (воздух) – 10 л/мин; давление газа, используемого для диссоциации, индуцируемой соударением (CID gas, Ar) – 270 кПа; скорость Ar – 0.3 мл/мин; напряжение на капилляре – 3 кВ; диапазон сканирования масс (*m/z*) 100–1900. Для анализа растительного сырья измельченный образец (0.5 мм; 200 мг) экстрагировали 60% этанолом (2 мл) в ультразвуковой ванне (50 °С) в течение 30 мин, центрифугировали (6000 g, 15 мин) и переносили супернатант в мерную колбу на 5 мл. Экстракцию повторяли еще раз в тех же условиях, после чего доводили объем объединенного извлечения до метки 60% этанолом. Перед анализом экстракт фильтровали через фильтр (0.15 мкм). Критерием достоверности идентификации соединений было совпадение времени удерживания (отличие не более 1%), УФ-спектров (совпадение >95%) и масс-спектров положительной и отрицательной ионизации (совпадение >95%) с таковыми известных веществ коммерческих образцов или выделенных и идентифицированных нами ранее соединений.

Ординационный анализ. Анализ методом главных компонент (РСА) осуществляли с применением модуля Graph 2.0 (Коми НЦ УрО РАН). *Регрессионный анализ* (линейная регрессия) осуществляли с использованием пакета программа Statistica 10 (StatSoft). *Статистический анализ* проводили с использованием однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). Значимость различий средних определяли с помощью многогранового теста Дункана. Отличия при $p < 0.05$ считались статистически значимыми. Результаты представлены в виде средних значений \pm SD (стандартное отклонение).

Обсуждение результатов

На территории Республики Бурятия *S. officinalis* произрастает на лугах, луговых склонах, обочинах дорог, залежах и в разреженных смешанных лесах. Краткая фитоценотическая характеристика изученных ценопопуляций *S. officinalis* приведена в таблице 1. Общее проективное покрытие травяного яруса колеблется в пределах 30–85%. В зависимости от условий произрастания плотность особей в ценопопуляциях принимает значения от 0.6 до 14.1 особей на 1 м². Видовой состав растительных сообществ варьирует от 11

до 39 видов высших растений. Общее число зарегистрированных видов достигает 103. Наибольшее число видов было отмечено в ЦП-4, 12, 17 и 20. Наибольшая встречаемость кровохлебки лекарственной отмечена в злаково-разнотравном (ЦП-1, 4, 5 и 11) и злаково-полынно-разнотравном (ЦП-2 и 16) сообществах.

Количественное содержание основных групп фенольных соединений в траве *S. officinalis* составляет: катехинов – 0.05–0.75%, процианидинов – 0.02–1.45%, флавоноидов – 0.68–5.41%; в корневищах и корнях: катехинов – 0.08–9.86%, процианидинов – 0.08–1.05%, флавоноидов – 0.20–0.51% (табл. 2). Из литературных данных известно, что в траве *S. officinalis*, собранной на территории Республики Башкортостан, содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин составляет не менее 3.5% (изменялось от 3.54% до 4.25%) и по сравнению с нашими образцами представляет собой среднее значение; в корневищах и корнях *S. officinalis* содержание суммы флавоноидов в пересчете на кверцетин-7-глюкозид – не менее 1.5% (изменялось от 1.52% до 1.85%), что характеризует это сырье как сырье с высоким содержанием флавоноидов в корневищах и корнях по сравнению с нашим сырьем [25]. Листья *S. officinalis* из коллекции Ботанического сада БФУ им. И. Канта (Калининград) содержат 158.1 ± 15.3 мг% катехинов, что согласуется с полученными нами данными [26].

Влияние географических показателей (широта, долгота, высота) на накопление фенольных соединений в *S. officinalis* проявлялось различным образом. Регрессионный анализ зависимостей «широта/долгота/высота–содержание фенольных соединений» показал, что высокие значения коэффициента корреляции ($r > 0.5$) были отмечены для зависимостей между содержанием катехинов в траве, корневищах и корнях *S. officinalis* и долготой места произрастания, а также высотой (табл. 3). Похожее влияние оказывали географические показатели на накопление катехинов в сырье чая оолонг (*Camellia sinensis* L.), выращиваемого в Центральном Тайване [27]. На содержание флавоноидов в траве и корневищах и корнях *S. officinalis* оказывали влияние долгота и широта места сбора, что также характерно для других растительных видов [28]. Географические показатели оказывали менее выраженное влияние на концентрацию процианидинов в органах *S. officinalis*.

Согласно данным ординационного анализа изученные образцы *S. officinalis* Байкальского региона представляли собой гетерогенную группу, в которой наиболее плотные группы восточных ценопопуляций Кижингинского района (левая часть диаграммы) и западных ценопопуляций Иволгинского района (правая часть диаграммы) были максимально удалены друг от друга по оси PC1 (рис. 2). Причиной послужило то, что восточные ценопопуляции характеризовались наибольшим содержанием фенольных соединений в отличие от западных. Отличия между северными и южными ценопопуляциями оказались не столь выраженными.

Таблица 2. Количественное содержание фенольных соединений в траве, корневищах и корнях *S. officinalis*, % \pm S.D.^a

ЦП ^б	Катехины		Процианидины		Флавоноиды	
	Трава	Корневища и корни	Трава	Корневища и корни	Трава	Корневища и корни
1	0.37 \pm 0.01	5.52 \pm 0.12	0.04 \pm 0.00	0.25 \pm 0.00	4.27 \pm 0.08	0.30 \pm 0.01
2	0.38 \pm 0.01	5.12 \pm 0.11	0.10 \pm 0.00	0.31 \pm 0.01	3.94 \pm 0.07	0.23 \pm 0.00
3	0.43 \pm 0.01	6.18 \pm 0.13	0.07 \pm 0.00	0.27 \pm 0.01	4.55 \pm 0.09	0.42 \pm 0.01
4	0.65 \pm 0.02	7.86 \pm 0.16	0.06 \pm 0.00	0.35 \pm 0.01	3.64 \pm 0.07	0.39 \pm 0.01
5	0.65 \pm 0.02	6.24 \pm 0.14	0.09 \pm 0.00	0.32 \pm 0.01	5.41 \pm 0.10	0.27 \pm 0.00
6	0.75 \pm 0.02	5.94 \pm 0.11	0.11 \pm 0.00	0.42 \pm 0.01	2.98 \pm 0.06	0.20 \pm 0.00
7	0.29 \pm 0.00	9.86 \pm 0.19	0.02 \pm 0.00	0.42 \pm 0.01	3.40 \pm 0.07	0.23 \pm 0.00
8	0.28 \pm 0.01	3.16 \pm 0.06	0.23 \pm 0.01	0.74 \pm 0.02	1.27 \pm 0.03	0.39 \pm 0.01
9	0.12 \pm 0.00	0.74 \pm 0.02	0.15 \pm 0.00	0.39 \pm 0.01	2.02 \pm 0.04	0.30 \pm 0.01
10	0.25 \pm 0.01	0.08 \pm 0.00	1.45 \pm 0.03	0.37 \pm 0.01	1.36 \pm 0.03	0.21 \pm 0.00
11	0.09 \pm 0.00	5.07 \pm 0.09	0.16 \pm 0.00	1.05 \pm 0.03	1.07 \pm 0.03	0.42 \pm 0.01
12	0.13 \pm 0.00	1.18 \pm 0.02	0.11 \pm 0.00	0.08 \pm 0.00	1.46 \pm 0.02	0.50 \pm 0.02
13	0.14 \pm 0.00	0.09 \pm 0.00	0.40 \pm 0.01	0.81 \pm 0.02	2.36 \pm 0.05	0.48 \pm 0.01
14	0.31 \pm 0.01	0.19 \pm 0.00	0.85 \pm 0.02	0.44 \pm 0.01	0.93 \pm 0.03	0.43 \pm 0.01
15	0.15 \pm 0.00	0.24 \pm 0.01	0.03 \pm 0.00	0.17 \pm 0.00	1.54 \pm 0.04	0.48 \pm 0.02
16	0.21 \pm 0.00	0.19 \pm 0.00	0.50 \pm 0.02	0.90 \pm 0.02	1.00 \pm 0.03	0.44 \pm 0.01
17	0.26 \pm 0.01	1.48 \pm 0.03	0.41 \pm 0.01	0.20 \pm 0.00	1.06 \pm 0.04	0.37 \pm 0.01
18	0.05 \pm 0.00	0.71 \pm 0.02	0.14 \pm 0.00	0.34 \pm 0.01	0.68 \pm 0.02	0.33 \pm 0.00
19	0.07 \pm 0.00	0.33 \pm 0.01	0.50 \pm 0.01	0.68 \pm 0.02	2.15 \pm 0.04	0.31 \pm 0.00
20	0.49 \pm 0.02	3.27 \pm 0.07	0.14 \pm 0.00	0.18 \pm 0.00	3.54 \pm 0.07	0.51 \pm 0.01
21	0.28 \pm 0.01	1.61 \pm 0.04	0.21 \pm 0.00	0.42 \pm 0.01	1.25 \pm 0.03	0.38 \pm 0.01

^a От массы воздушно-сухого сырья; ^б номер ценопопуляции.

Таблица 3. Коэффициенты корреляции зависимостей «широта/долгота/высота–содержание фенольных соединений» в траве, корневищах и корнях *S. officinalis*

Показатель	Катехины		Процианидины		Флавоноиды	
	Трава	Корневища и корни	Трава	Корневища и корни	Трава	Корневища и корни
широта (N)	0.1095	0.2642	0.1606	0.2356	0.1086	0.5583
долгота (E)	0.6693	0.6735	0.3824	0.2848	0.7825	0.4113
высота (h)	0.4843	0.5097	0.4245	0.1655	0.3909	0.0100

ВЭЖХ-ДМД-ИЭР-МС профилирование фенольных соединений травы, корневищ и корней *S. officinalis*. Ввиду отсутствия сравнительных данных о составе фенолома травы и корневищ и корней *S. officinalis*, нами было осуществлено хроматографическое профилирование с использованием метода ВЭЖХ-ДМД-ИЭР-МС.

В результате анализа данных о хроматографической подвижности, УФ- и масс-спектров было выявлено присутствие 52 соединений, в том числе 45 – в траве и 31 – в корневищах и корнях, включая 27 соединений, идентифицированных с применением веществ сравнения (рис. 3, табл. 4). Представители семи групп фенольных соединений были обнаружены в *S. officinalis*, в том числе галлотаннины, флавонол-*O*-гликозиды, процианидины, эллаготаннины, гидроксициннаматы, катехины и пироны.

Наиболее многочисленная группа производных галловой кислоты (галлотаннинов) включала 22 *n*-галлоил-*O*-гексозы с различным количеством галлоильных фрагментов ($n = 0-7$), для идентификации которых применяли данные о депротонированном ионе $[M-H]^-$ и числе уходящих частиц с m/z 152 (фрагмент галловой кислоты) [29]. Шесть известных соединений были идентифицированы в *S. officinalis*: галловая кислота (2), 1-*O*-галлоил глюкоза (3), 1,6-ди-*O*-галлоил глюкоза (12), 1,3,6-три-*O*-галлоил глюкоза (22), 1,2,3,6-тетра-*O*-галлоил глюкоза (32) и 1,2,3,4,6-пента-*O*-галлоил глюкоза (48). Остальные дериваты были определены как моно-*O*-галлоил гексозы (4–6), метил-*O*-галлоил гексоза (7), ди-*O*-галлоил гексозы (16–18), три-*O*-галлоил гексозы (23, 24), тетра-*O*-галлоил гексозы (31, 33, 34), пента-*O*-галлоил гексоза (47), гекса-*O*-галлоил гексозы (49, 50) и гепта-*O*-галлоил гексоза (52). Ранее только галловая кислота (2) и 1-*O*-галлоил глюкоза (3) были описаны для корней *S. officinalis* [30], поэтому основная часть галлотаннинов обнаружена в траве и корневищах и корнях данного вида впервые.

Один катехин 13 и восемь процианидинов (9–11, 15, 20, 21, 28, 42) были выявлены в траве, корневищах и корнях *S. officinalis*, в том числе известные катехин (13), димер эпикатехина и катехина процианидин В1 (11), димер эпикатехина процианидин В2 (15) и тример эпикатехина процианидин С1 (42). Учитывая особенности масс-спектров [31], оставшиеся процианидины были описаны как димеры эпикатехина и эпигаллокатехина (9, 10), эпикатехина и эпигаллокатехин галлата (20, 21) и эпикатехина и эпикатехин галлата (28). Известно о наличии соединений 13 в корнях [30], а 11 и 15 [32] – в цветках *S. officinalis*, поэтому компоненты 9, 10, 20, 21, 28 и 42 обнаружены впервые.

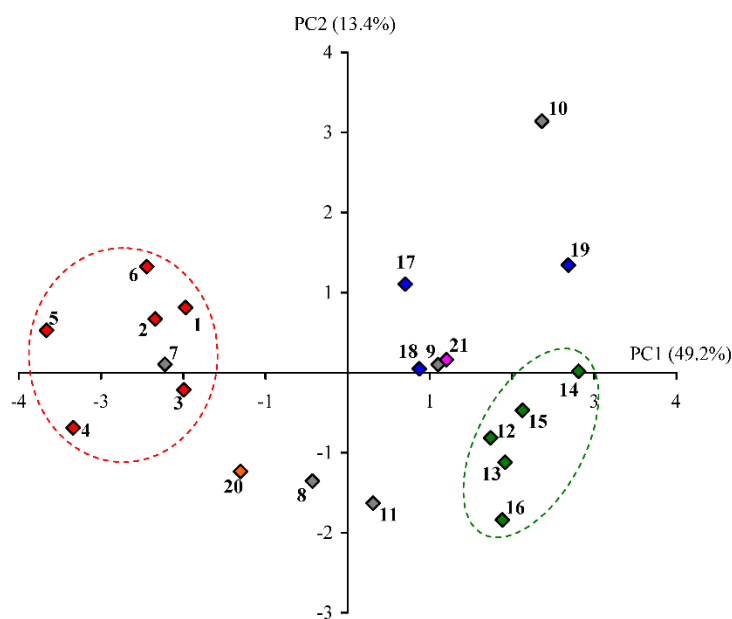


Рис. 2. Ординационная диаграмма (score plot), построенная на основании данных о содержании катехинов, процианидинов и флавоноидов в *S. officinalis* с применением метода главных компонент. Числами указаны номера ценопопуляций

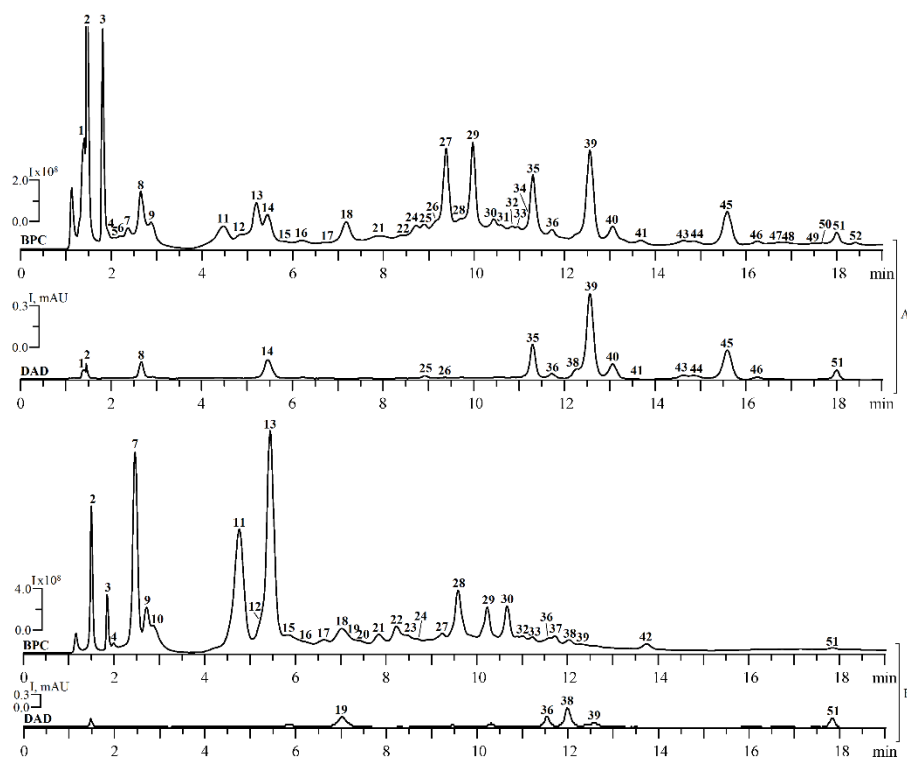


Рис. 3. Хроматограммы (ВЭЖХ) спиртовых экстрактов из травы (А), корневищ и корней (В) *S. officinalis* (образец из ценопопуляции 5): DAD – диодно-матричный детектор, 330 нм; ВРС – масс-спектрометрический детектор, отрицательная ионизация, режим регистрации основных пиков. Числами 1–52 отмечено положение соединений согласно таблице 4.

Таблица 4. Хроматографическая подвижность (t), данные УФ- (λ_{\max}) и масс-спектров (ESI-MS) соединений 1–52, обнаруженных в траве и корневищах и корнях *S. officinalis*

№	t, мин	Соединение ^а	λ_{\max} , нм	ESI-MS, m/z ^б	Обнаружено ^в	
					в траве	в корневищах и корнях
1	2	3	4	5	6	7
1	1.42	2-Пирон-4,6-дикарбоновая кислота ^с	314	183*, 139, 111	+	–
2	1.53	Галловая кислота ^с	272	169*	+	+
3	1.85	1-О-Галлоил глюкоза ^с	268	331*, 169	+	+
4	1.97	О-Галлоил гексоза ^л	268	331*, 169	+	+
5	2.04	О-Галлоил гексоза ^л	268	331*, 169	+	–
6	2.14	О-Галлоил гексоза ^л	268	331*, 169	+	–
7	2.45	Метил-О-галлоил гексоза ^л	268	345*, 169	+	+
8	2.53	4-О-Кофеилхинная кислота ^с	329	353*, 191, 179, 173, 135	+	–
9	2.56	Процианидин димер (EC-EGC) ^л	270	593*, 305, 289	+	+
10	2.92	Процианидин димер (EC-EGC) ^л	270	593*, 305, 289	–	+
11	4.58	Процианидин В1 ^с	270	577*, 289	+	+
12	4.97	1,6-Ди-О-галлоил глюкоза ^с	272	483*, 331, 169	+	+
13	5.45	Катехин ^с	270	289*	+	+
14	5.49	5-О-Кофеилхинная кислота ^с	329	353*, 191, 179, 173, 135	+	–
15	5.84	Процианидин В2 ^с	270	577*, 289	+	+
16	6.08	Ди-О-галлоил гексоза ^л	272	483*, 331, 169	+	+
17	6.54	Ди-О-галлоил гексоза ^л	272	483*, 331, 169	+	+
18	6.98	Ди-О-галлоил гексоза ^л	272	483*, 331, 169	+	+
19	7.06	Кверцетин тетра-О-гексозид	254, 268, 351	949*, 787, 625, 463, 301	–	+
20	7.47	Процианидин димер (EC-EGCG) ^л	270	745*, 457, 289	–	+

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
21	7.84	Процианидин димер (ЕС-EGCG) ^Л	270	745*, 457, 289	+	+
22	8.22	1,3,6-Три- <i>O</i> -галлоил глюкоза ^С	271	635*, 483, 331, 169	+	+
23	8.48	Три- <i>O</i> -галлоил гексоза ^Л	271	635*, 483, 331, 169	–	+
24	8.76	Три- <i>O</i> -галлоил гексоза ^Л	271	635*, 483, 331, 169	+	+
25	8.94	3- <i>O</i> -Кумароилхинная кислота ^С	322	337*, 191, 163, 119	+	–
26	9.32	Кверцетин три- <i>O</i> -гексозид ^Л	255, 269, 350	787*, 625, 463, 301	+	–
27	9.47	Сангуин Н-11 ^С	270	951*, 475**	+	+
28	9.67	Процианидин димер (эпикатехин-эпикатехин галлат) ^Л	270	729*, 441, 289	+	+
29	10.02	Казуаринин ^С	269	935*, 467**	+	+
30	10.57	Теллимаграндин II ^С	269	937*, 468**	+	+
31	10.65	Тетра- <i>O</i> -галлоил гексоза ^Л	270	787*, 635, 483, 331, 169	+	–
32	10.81	1,2,3,6-Тетра- <i>O</i> -галлоил глюкоза ^С	270	787*, 635, 483, 331, 169	+	+
33	10.97	Тетра- <i>O</i> -галлоил гексоза ^Л	270	787*, 635, 483, 331, 169	+	+
34	11.22	Тетра- <i>O</i> -галлоил гексоза ^Л	270	787*, 635, 483, 331, 169	+	–
35	11.31	Кверцетин ди- <i>O</i> -гексозид- <i>O</i> -дезоксигексозид ^Л	254, 269, 352	771*, 609, 463, 301	+	–
36	11.67	Кверцетин-3- <i>O</i> -софорозид ^С	255, 269, 351	625*, 463, 301	+	+
37	11.74	Кверцетин ди- <i>O</i> -гексозид ^Л	255, 269, 351	625*, 463, 301	–	+
38	12.19	Кверцетин-3- <i>O</i> -рутинозид ^С	255, 269, 350	609*, 463, 301	–	+
39	12.51	Кверцетин-3- <i>O</i> -глюкозид ^С	255, 270, 352	463*, 301	+	+
40	13.03	Кверцетин-3- <i>O</i> -галактозид ^С	255, 270, 351	463*, 301	+	–
41	13.64	Кверцетин-3- <i>O</i> -(6''- <i>O</i> -ацетил)-глюкозид ^С	254, 269, 352	505*, 463, 301	+	–
42	13.79	Процианидин С1 ^С	270	865*, 577, 289	–	+
43	14.58	Кемпферол-3- <i>O</i> -рутинозид ^С	265, 344	593*, 447, 285	+	–
44	14.87	Кемпферол-3- <i>O</i> -глюкозид ^С	265, 345	447*, 285	+	–
45	15.56	Кверцетин-3- <i>O</i> -арабинозид ^С	254, 270, 350	433*, 301	+	–
46	16.26	Кемпферол-3- <i>O</i> -(6''- <i>O</i> -ацетил)-глюкозид ^С	264, 343	489*, 447, 285	+	–
47	16.71	Пента- <i>O</i> -галлоил гексоза ^Л	270	939*, 787, 635, 483, 331, 169	+	–
48	16.92	1,2,3,4,6-Пента- <i>O</i> -галлоил глюкоза ^С	270	939*, 787, 635, 483, 331, 169	+	–
49	17.50	Гекса- <i>O</i> -галлоил гексоза ^Л	270	1091*, 939, 787, 635, 483, 331, 169	+	–
50	17.69	Гекса- <i>O</i> -галлоил гексоза ^Л	270	1091*, 939, 787, 635, 483, 331, 169	+	–
51	18.04	Кемпферол-3- <i>O</i> -арабинозид ^С	264, 345	417*, 285	+	+
52	18.47	Гепта- <i>O</i> -галлоил гексоза ^Л	270	1243*, 1091, 939, 787, 635, 483, 331, 169	+	–

^а Соединения идентифицированы с использованием веществ сравнения (^С) или данных литературы (^Л). ^б Отмечены ионы [M–H][–] (*) и [M–2H]^{2–} (**). ^в Отмечено присутствие (+) или отсутствие (–) соединения.

Три эллаготаннина, идентифицированных как сангуин Н-11 (27), казуаринин (29) и теллимаграндин II (30) с применением веществ сравнения, были обнаружены во всем растении *S. officinalis*. Соединения 27 и 29 являются маркерными для *S. officinalis* [33], в то время как 30 выявлено в данном виде впервые. Гидроксикиннаматы были отмечены только в траве *S. officinalis*, в составе которых были известная для вида 5-*O*-кофеилхинная кислота (14) [33] и ранее не описанные 4-*O*-кофеилхинная кислота (8) и 3-*O*-кумароилхинная кислота (25). Присутствие маркерного для трибы *Sanguisorbeae* метаболита 2-пирон-4,6-дикарбоновой кислоты (1) также было показано в *S. officinalis* [34].

Обнаруженные флавонол-*O*-гликозиды согласно данным о спектрах поглощения и величине дегликозилированного фрагмента относились к производным кверцетина (19, 26, 35–41, 45; λ_{\max} 255±1, 270±1, 350±2 нм; агликон с m/z 301) и кемпферола (43, 44, 46, 51; λ_{\max} 265±1, 344±2 нм; агликон с m/z 285). Десять известных флавоноидов были описаны как кверцетин-3-*O*-софорозид (36), кверцетин-3-*O*-рутинозид (38), кверцетин-3-*O*-глюкозид (39), кверцетин-3-*O*-галактозид (40), кверцетин-3-*O*-(6''-*O*-ацетил)-глюкозид (41), кемпферол-3-*O*-рутинозид (43), кемпферол-3-*O*-глюкозид (44), кверцетин-3-*O*-арабинозид (45), кемпферол-3-*O*-

(6''-O-ацетил)-глюкозид (**46**) и кемпферол-3-O-арабинозид (**51**). Соединения **19**, **26** и **37** были идентифицированы как производные кверцетина содержащие гексозные фрагменты (Hex) в числе четыре (**19**; m/z 949 $[M-H]^- \rightarrow 787 [(M-H)-Hex]^-$, 625 $[(M-H)-2 \times Hex]^-$, 463 $[(M-H)-3 \times Hex]^-$, 301 $[(M-H)-4 \times Hex]^-$), три (**26**; m/z 787 $[M-H]^- \rightarrow 625 [(M-H)-Hex]^-$, 463 $[(M-H)-2 \times Hex]^-$, 301 $[(M-H)-3 \times Hex]^-$) и два (**37**; m/z 625 $[M-H]^- \rightarrow 463 [(M-H)-Hex]^-$, 301 $[(M-H)-2 \times Hex]^-$) [35]. Тригликозид кверцетина **35** содержал два фрагмента гексозы и один фрагмент дезоксигексозы (dHex) (m/z 771 $[M-H]^- \rightarrow 609 [(M-H)-Hex]^-$, 463 $[(M-H)-Hex-dHex]^-$, 301 $[(M-H)-2 \times Hex-dHex]^-$). Известные сведения литературы указывают на то, что ранее были обнаружены только три гликозида **36**, **38** и **41** в цветках *S. officinalis* [32], таким образом флавоноиды **19**, **26**, **35**, **37–40**, **43**, **44**, **45**, **46**, **51** впервые описаны для вида.

Таким образом, в сырье *S. officinalis*, произрастающем в Республике Бурятия, было выявлено наличие 12 соединений, описанных ранее для вида, а присутствие 40 компонентов показано впервые.

Выводы

1. В экстрактах *S. officinalis* было определено количественное содержание флавоноидов спектрофотометрическим методом (в траве – 0.68–5.41%, в корневищах и корнях – 0.20–0.51%), катехинов – спектрофотометрическим ванилин-сернокислотным методом (в траве – 0.05–0.75%, в корневищах и корнях – 0.08–9.86%) и процианидинов – спектрофотометрическим методом по Porter (в траве – 0.02–1.45%, в корневищах и корнях – 0.08–1.05%).

2. В траве и корневищах и корнях *S. officinalis* были обнаружены представители семи групп фенольных соединений, в том числе галлотаннины, флавонол-O-гликозиды, процианидины, эллаготаннины, гидроксициннаматы, катехины и пироны, среди которых 12 соединений, описанных ранее для вида, а присутствие 40 компонентов показано впервые.

Список литературы

1. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 2. Семейства Actinidiaceae – Malvaceae, Euphorbiaceae – Haloragaceae. СПб.; М., 2009. 513 с.
2. Машковский М.Д. Лекарственные средства. М., 2008. 1206 с.
3. Ибрагимов Ф.И., Ибрагимова В.С. Основные лекарственные средства китайской медицины. М., 1960. 412 с.
4. Макаров А.А. Растительные лечебные средства якутской народной медицины. Якутск, 1974. 64 с.
5. Park J.H., Han J.A., Kim J.S., Moon J.O., Cai S.Q. Pharmacognostical studies on the «O-I-Pul» // Korean J. Pharmacogn. 1997. Vol. 28. N3. Pp. 124–130.
6. Kokoska L., Polesny Z., Rada V., Nepovim A., Vanek T. Screening of some Siberian medicinal plants for antimicrobial activity // J. Ethnopharmacol. 2002. Vol. 82. N1. Pp. 51–53. DOI: 10.1016/S0378-8741(02)00143-5.
7. Kwan H.P., Koh D., Kim K., Park J., Lim Y. Antiallergic activity of a disaccharide isolated from *Sanguisorba officinalis* // Phytother. Res. 2004. Vol. 18. N8. Pp. 658–662. DOI: 10.1002/ptr.1545.
8. Liao H., Banbury L.K., Leach D.N. Antioxidant activity of 45 Chinese herbs and the relationship with their TCM characteristics // Evid. Based Complement. Alternat. Med. 2008. Vol. 5. N4. Pp. 429–434. DOI: 10.1093/ecam/nem054.
9. Kim T.G., Kang S.Y., Jung K.K., Kang J.H., Lee E., Han H.M., Kim S.H. Antiviral activities of extracts isolated from *Terminalia chebula* Retz., *Sanguisorba officinalis* L., *Rubus coreanus* Miq. and *Rheum palmatum* L. against hepatitis B virus // Phytother. Res. 2001. Vol. 15. N8. Pp. 718–720. DOI: 10.1002/ptr.832.
10. Егорова Н.О., Мальцева Е.М., Егорова И.Н., Егорова О.Н., Серикова Н.Б. Антимикробная и антирадикальная активность сухих экстрактов травы *Sanguisorba officinalis* L. // Современные проблемы науки и образования. 2018. № 3. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=27581>.
11. Mimaki Y., Fokushima M., Yokosuka A., Sashida Y., Furuya S., Sakagami H. Triterpene glycosides from the roots of *Sanguisorba officinalis* // Phytochemistry. 2001. Vol. 57. N5. Pp. 773–779. DOI: 10.1016/S0031-9422(01)00083-8.
12. Cao A., Zhang D., Sha M., Liu G., Wu L. Isolation, identification and content determination of saponins from *Sanguisorba officinalis* // Zhongcaoyao. 2003. Vol. 34. N5. Pp. 397–399.
13. Zou S., Chen W. Determination of ursolic acid and oleanolic acid in *Sanguisorba officinalis* L. by HPLC // Shizhen Guoyi Guoyao. 2006. Vol. 17. N8. Pp. 1373–1374.
14. Zhang L., Zhao H. Preparation comprising polysaccharide of *Sanguisorba officinalis*, and its production method and use for treatment obesity // Chem. Abstrs. 2006. Vol. 145. 443863.
15. Шишмарев В.М., Шишмарева Т.М. Ресурсная оценка ценопопуляций *Sanguisorba officinalis* (Rosaceae) в Бурятии // Растит. ресурсы. 2016. №3. С. 339–351.
16. Шишмарев В.М., Шишмарева Т.М. Ресурсы лекарственных растений Забайкалья. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2017. 200 с.
17. Заугольнова Л.Б., Денисова Л.В., Никитин С.В. Подходы к оценке состояния ценопопуляций растений // Бюлл. Моск. общ. испыт. природы, отдел биол. 1993. Т. 98. №5. С. 100–108.

18. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М., 1988. 184 с.
19. Chirikova N.K., Olennikov D.N., Tankhaeva L.M. Quantitative determination of flavonoid content in the aerial part of Baical scullcap (*Scutellaria baicalensis* Georgi) // Russ. J. Bioorg. Chem. 2010. Vol. 36. Pp. 915–922. DOI: 10.1134/S1068162010070204.
20. Sun B., Ricardo-da-Silva J.M., Spranger I. Critical factors of vanillin assay for catechins and proanthocyanidins // J. Agric. Food Chem. 1998. Vol. 46. Pp. 4267–4274. DOI: 10.1021/jf980366j.
21. Olennikov D.N., Kashchenko N.I., Chirikova N.K. Phenolic profile of *Potentilla anserina* L. (Rosaceae) herb of Siberian origin and development of a rapid method for simultaneous determination of major phenolics in *P. anserina* pharmaceutical products by microcolumn RP-HPLC-UV // Molecules. 2015. Vol. 20. Pp. 224–248. DOI: 10.3390/molecules20010224.
22. Olennikov D.N., Kruglova M.Yu. New quercetin glucoside and other phenolic compounds from *Filipendula* genus // Chem. Nat. Comp. 2013. Vol. 49. Pp. 524–529. DOI: 10.1007/s10600-013-0691-0.
23. Кащенко Н.И., Чирикова Н.К., Оленников Д.Н. Эллаготаннины в растениях семейства *Rosaceae* из флоры республики Саха (Якутия) // Бутл. сообщ. 2014. Т. 39. №8. С. 127–138.
24. Olennikov D.N., Kashchenko N.I. New isorhamnetin glucosides and other phenolic compounds from *Calendula officinalis* // Chem. Nat. Comp. 2013. Vol. 49. Pp. 833–840. DOI: 10.1007/s10600-013-0759-x.
25. Казеева А.Р. Фармакогностическое изучение кровохлебки лекарственной (*Sanguisorba officinalis* L.) и перспективы ее использования в медицине: автореф. дис. ... канд. фармацев. наук. Самара, 2017. 25 с.
26. Масленников П.В., Чупахина Г.Н., Скрыпник Л.Н., Федурев П.В., Селедцов В.И. Анализ активности накопления биофлавоноидов в лекарственных растениях // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2014. Вып. 7. С. 110–120.
27. Chen G.-H., Yang C.-Y., Lee S.-J., Wu C.-C., Tzen J.T.C. Catechin content and the degree of its galloylation in oolong tea are inversely correlated with cultivation altitude // J. Food Drug Anal. 2014. Vol. 22. Pp. 303–309. DOI: 10.1016/j.jfda.2013.12.001.
28. del Valle J.C., Buide M.L., Casimiro-Soriguer I., Whittall J.B., Narbona E. On flavonoid accumulation in different plant parts: variation patterns among individuals and populations in the shore campion (*Silene littorea*) // Front. Plant Sci. 2015. Vol. 6. 939. DOI: 10.3389/fpls.2015.00939.
29. Olennikov D.N., Chirikova N.K., Vasilieva A.G., Fedorov I.A. LC-MS profile, gastrointestinal and gut microbiota stability and antioxidant activity of *Rhodiola rosea* herb metabolites: A comparative study with subterranean organs // Antioxidants. 2020. Vol. 9. 526. DOI: 10.3390/antiox9060526.
30. Zhao Z., He X., Zhang Q., Wei X., Huang L., Fang J.C., Wang X., Zhao M., Bai Y., Zheng X. Traditional uses, chemical constituents and biological activities of plants from the genus *Sanguisorba* L. // Am. J. Chin. Med. Vol. 45. Pp. 1–26. DOI: 10.1142/S0192415X17500136.
31. Rockenbach I.I., Jungfer E., Ritter C., Santiago-Schübel B., Thiele B., Fett R., Galensa R. Characterization of flavan-3-ols in seeds of grape pomace by CE, HPLC-DAD-MSn and LC-ESI-FTICR-MS // Food Res. Int. 2012. Vol. 48. Pp. 848–855. DOI: 10.1016/j.foodres.2012.07.001.
32. Bunse M., Lorenz P., Stintzing F.C., Kammerer D.R. Characterization of secondary metabolites in flowers of *Sanguisorba officinalis* L. by HPLC-DAD-MSn and GC/MS // Chem. Biodiver. 2020. Vol. 17. e1900724. DOI: 10.1002/cbdv.201900724.
33. Okuda T., Yoshida T., Hatano T., Iwasaki M., Kubo M., Orime T., Yoshizaki M., Naruhashi N. Hydrolysable tannins as chemotaxonomic markers in the *Rosaceae* // Phytochemistry. 1992. Vol. 31. Pp. 3091–3096. DOI: 10.1016/0031-9422(92)83451-4.
34. Wilkes S., Glasl H. Isolation, characterization, and systematic significance of 2-pyrone-4,6-dicarboxylic acid in *Rosaceae* // Phytochemistry. 2001. Vol. 58. Pp. 441–449. DOI: 10.1016/S0031-9422(01)00256-4.
35. Olennikov D.N., Chirikova N.K., Kashchenko N.I., Nikolaev V.M., Kim S.-W., Vennos C. Bioactive phenolics of the genus *Artemisia* (Asteraceae): HPLC-DAD-ESI-TQ-MS/MS profile of the Siberian species and their inhibitory potential against α -amylase and α -glucosidase // Front. Pharmacol. 2018. Vol. 9. No. 756. DOI: 10.3389/fphar.2018.00756.

Поступила в редакцию 7 августа 2020 г.

После переработки 26 октября 2020 г.

Принята к публикации 27 октября 2020 г.

Для цитирования: Шишмарева Т.М., Шишмарев В.М., Оленников Д.Н. Фенольные соединения *Sanguisorba officinalis* (Rosaceae), произрастающей в Восточной Сибири // Химия растительного сырья. 2021. №1. С. 139–150. DOI: 10.14258/jcrpm.2021018281.

Shishmareva T.M.*, Shishmarev V.M., Olennikov D.N. PHENOLIC COMPOUNDS *SANGUISORBA OFFICINALIS* (ROSACEAE) GROWING IN EASTERN SIBERIA

Institute of General and Experimental Biology, Siberian Branch, Russian Academy of Science, ul. Sakh'yanovoy, 6, Ulan-Ude, 670047 (Russia), e-mail: shishmarevatm@mail.ru

The present work aimed at the study of the phenolic compounds of *Sanguisorba officinalis* L. (Rosaceae) growing in Eastern Siberia. The quantitative content of flavonoids in *S. officinalis* extracts determined by the spectrophotometric method was 0.68–5.41% in herb and 0.20–0.51% in rhizomes and roots. Catechin content was 0.05–0.75% in herb and 0.08–9.86% in rhizomes and roots, and procyanidin content found with spectrophotometric Porter method was 0.02–1.45% in herb and 0.08–1.05% in rhizomes and roots. Regression analysis of the relationships “latitude / longitude / altitude – phenolic compounds content” showed the high values of the correlation coefficient for the catechin content in herb and roots of *S. officinalis* and the longitude of the place of growth, as well as altitude. The content of flavonoids in the herb and roots of *S. officinalis* was connected with the longitude and latitude of the collection place. The values of procyanidin content in *S. officinalis* organs and geographic indicators have fewer relationships. Using the HPLC-DAD-ESI-MS method, chromatographic profiles of the herb and rhizomes and roots of *S. officinalis* was investigated. The data of chromatographic mobility, UV and mass spectra allowed estimating 52 compounds, including 45 in herb and 31 in rhizomes and roots. The members of seven groups of phenolic compounds have been found in *S. officinalis*, including gallotannins, flavanol-*O*-glycosides, procyanidins, ellagotannins, hydroxycinnamates, catechins, and pyrones, of which 12 are previously described for the species and the presence of 40 components, has been shown for the first time in the species.

Keywords: *Sanguisorba officinalis*, Rosaceae, flavonoids, ellagotannins, HPLC, mass-spectrometry.

References

1. *Rastitel'nye resursy Rossii: Dikorastushchie tsvetkovye rasteniya, ih komponentnyj sostav i biologicheskaya aktivnost'. T. 2. Semejstva Actinidiaceae – Malvaceae, Euphorbiaceae – Haloragaceae* [Plant resources of Russia: Wild flowering plants, their component composition and biological activity. Vol. 2. Families Actinidiaceae – Malvaceae, Euphorbiaceae – Haloragaceae]. St. Petersburg; Moscow, 2009, 513 p. (in Russ.)
2. Mashkovskiy M.D. *Lekarstvennye sredstva* [Medicines]. Moscow, 2008, 1206 p. (in Russ.)
3. Ibragimov F.I., Ibragimova V.S. *Osnovnye lekarstvennye sredstva kitayskoy meditsiny* [Essential Medicines of Chinese Medicine]. Moscow, 1960, 412 p. (in Russ.)
4. Makarov A.A. *Rastitel'nye lechebnye sredstva yakutskoy narodnoy meditsiny* [Herbal remedies of the Yakut folk medicine]. Yakutsk, 1974, 64 p. (in Russ.)
5. Park J.H., Han J.A., Kim J.S., Moon J.O., Cai S.Q. *Korean J. Pharmacog.*, 1997, vol. 28, no. 3, pp. 124–130.
6. Kokoska L., Polesny Z., Rada V., Nepovim A., Vanek T. *J. Ethnopharmacol.*, 2002, vol. 82, no. 1, pp. 51–53. DOI: 10.1016/S0378-8741(02)00143-5.
7. Kwan H.P., Koh D., Kim K., Park J., Lim Y. *Phytother. Res.*, 2004, vol. 18, no. 8, pp. 658–662. DOI: 10.1002/ptr.1545.
8. Liao H., Banbury L.K., Leach D.N. *Evid. Based Complement. Alternat. Med.*, 2008, vol. 5, no. 4, pp. 429–434. DOI: 10.1093/ecam/nem054.
9. Kim T.G., Kang S.Y., Jung K.K., Kang J.H., Lee E., Han H.M., Kim S.H. *Phytother. Res.*, 2001, vol. 15, no. 8, pp. 718–720. DOI: 10.1002/ptr.832.
10. Egorova N.O., Maltseva E.M., Egorova I.N., Egorova O.N., Serikova N.B. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2018, no. 3. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=27581>. (in Russ.)
11. Mimaki Y., Fokushima M., Yokosuka A., Sashida Y., Furuya S., Sakagami H. *Phytochem.*, 2001, vol. 57, no. 5, pp. 773–779. DOI: 10.1016/S0031-9422(01)00083-8.
12. Cao A., Zhang D., Sha M., Li u G., Wu L. *Zhongcaoyao*, 2003, vol. 34, no. 5, pp. 397–399.
13. Zou S., Chen W. *Shizhen Guoyi Guoyao*, 2006, vol. 17, no. 8, pp. 1373–1374.
14. Zhang L., Zhao H. *Chem. Abstrs.*, 2006, vol. 145, 443863.
15. Shishmarev V.M., Shishmareva T.M. *Rastitel'nye resursy*, 2016, no. 3, pp. 339–351. (in Russ.)
16. Shishmarev V.M., Shishmareva T.M. *Resursy lekarstvennyh rasteniy Zabajkal'ya* [Resources of medicinal plants of Transbaikalia]. Ulan-Ude, 2017, 200 p. (in Russ.)
17. Zaigol'nova L.B., Denisova L.V., Nikitin S.V. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody, otdel biologicheskoy* [Bulletin of the Moscow Society of Naturalists, Biological Department], 1993, vol. 98, no. 5, pp. 100–108. (in Russ.)
18. *Tsenopopulyacii rasteniy (ocherki populyatsionnoy biologii)* [Plant cenopopulations (essays on population biology)]. Moscow, 1988, 184 p. (in Russ.)
19. Chirikova N.K., Olennikov D.N., Tankhaeva L.M. *Russ. J. Bioorg. Chem.*, 2010, vol. 36, pp. 915–922. DOI: 10.1134/S1068162010070204.
20. Sun B., Ricardo-da-Silva J.M., Spranger I. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, vol. 46, pp. 4267–4274. DOI: 10.1021/jf980366j.
21. Olennikov D.N., Kashchenko N.I., Chirikova N.K. *Molecules*, 2015, vol. 20, pp. 224–248. DOI: 10.3390/molecules20010224.
22. Olennikov D.N., Kruglova M.Yu. *Chem. Nat. Comp.*, 2013, vol. 49, pp. 524–529. DOI: 10.1007/s10600-013-0691-0.

* Corresponding author.

23. Kashchenko N.I., Chirikova N.K., Olennikov D.N. *Butlerovskie soobshcheniya*, 2014, vol. 39, no. 8, pp. 127–138. (in Russ.)
24. Olennikov D.N., Kashchenko N.I. *Chem. Nat. Comp.*, 2013, vol. 49, pp. 833–840. DOI: 10.1007/s10600-013-0759-x.
25. Kazeeva A.R. *Farmakognosticheskoe izuchenie Sanguisorba officinalis L. i perspektivy ee ispol'zovaniya v medicine* [Pharmacognostic study of medicinal burnet (*Sanguisorba officinalis* L.) and the prospects for its use in medicine: Abstr. dis. ... Cand. Pharmacist. Sciences]. Samara, 2017, 25 p. (in Russ.)
26. Maslennikov P.V., Chupakhina G.N., Skrypnik L.N., Feduraev P.V., Seledtsov V.I. *Vestnik Baltiyskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta*, 2014, no. 7, pp. 110–120. (in Russ.)
27. Chen G.-H., Yang C.-Y., Lee S.-J., Wu C.-C., Tzen J.T.C. *J. Food Drug Anal.*, 2014, vol. 22, pp. 303–309. DOI: 10.1016/j.jfda.2013.12.001.
28. del Valle J.C., Buide M.L., Casimiro-Soriguer I., Whittall J.B., Narbona E. *Front. Plant Sci.*, 2015, vol. 6, 939. DOI: 10.3389/fpls.2015.00939.
29. Olennikov D.N., Chirikova N.K., Vasilieva A.G., Fedorov I.A. *Antioxidants*, 2020, vol. 9, 526. DOI: 10.3390/antiox9060526.
30. Zhao Z., He X., Zhang Q., Wei X., Huang L., Fang J.C., Wang X., Zhao M., Bai Y., Zheng X. *Am. J. Chin. Med.*, vol. 45, pp. 1–26. DOI: 10.1142/S0192415X17500136.
31. Rockenbach I.I., Jungfer E., Ritter C., Santiago-Schübel B., Thiele B., Fett R., Galensa R. *Food Res. Int.*, 2012, vol. 48, pp. 848–855. DOI: 10.1016/j.foodres.2012.07.001.
32. Bunse M., Lorenz P., Stintzing F.C., Kammerer D.R. *Chem. Biodiver.*, 2020, vol. 17, e1900724. DOI: 10.1002/cbdv.201900724.
33. Okuda T., Yoshida T., Hatano T., Iwasaki M., Kubo M., Orime T., Yoshizaki M., Naruhashi N. *Phytochem.*, 1992, vol. 31, pp. 3091–3096. DOI: 10.1016/0031-9422(92)83451-4.
34. Wilkes S., Glasl H. *Phytochem.*, 2001, vol. 58, pp. 441–449. DOI: 10.1016/S0031-9422(01)00256-4.
35. Olennikov D.N., Chirikova N.K., Kashchenko N.I., Nikolaev V.M., Kim S.-W., Vennos C. *Front. Pharmacol.*, 2018, vol. 9, no. 756. DOI: 10.3389/fphar.2018.00756.

Received August 7, 2020

Revised October 26, 2020

Accepted October 27, 2020

For citing: Shishmareva T.M., Shishmarev V.M., Olennikov D.N. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2021, no. 1, pp. 139–150. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2021018281.