

УДК [615.074:543.544.5.068.7]:582.794.1

МЕТАБОЛОМНЫЙ ПРОФИЛЬ *BUPLEURUM SCORZONERIFOLIUM* WILLD., ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В ПРИБАЙКАЛЬЕ

© С.А. Петухова*, Д.Н. Оленников, В.М. Мирович

¹ Иркутский государственный медицинский университет Минздрава
России, ул. Красного Восстания, 1, Иркутск, 664003 (Россия),
e-mail: lanapetukhova@gmail.com

² Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН,
ул. Сахьяновой, 6, Улан-Удэ, 670047 (Россия)

В народной медицине Прибайкалья широко применяется настой из надземной части растения *Bupleurum scorzoniferifolium* (Willd) как желчегонное и противовоспалительное средство. Желчегонный эффект растительных средств обусловлен в основном содержанием фенилпропаноидов и флавоноидов. С помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектором и 3Q детектором с ионизацией электрораспылением изучен метаболомный профиль фенилпропаноидов и флавоноидов надземных органов *B. scorzoniferifolium* (Willd.), произрастающей в Прибайкалье. В надземных органах *B. scorzoniferifolium* идентифицированы 7 фенилпропаноидов и 17 флавоноидов, из которых 15 соединений для вида идентифицированы впервые. Количественное определение отдельных компонентов проводили в надземных органах *B. scorzoniferifolium* и экстракте сухом методом микроколоночной ВЭЖХ с УФ-детектированием. Преобладающими компонентами в надземной части растения являются 5-O-кофеилхинная кислота, 3,5-ди-O-кофеилхинная кислота, изокверцетрин, изорамнетин-3-O-глюкозид, кемпферол-3-O-рамнозид и рутин. Экстракт сухой, полученный из надземной части *B. scorzoniferifolium*, содержит весь комплекс фенилпропаноидов и флавоноидов, которые идентифицированы в растении. Содержание активных компонентов в экстракте в 2.5–3.0 раза больше, чем в надземных органах. Надземные органы и экстракт сухой *B. scorzoniferifolium* могут быть использованы в качестве источника фенилпропаноидов и флавоноидов.

Ключевые слова: *Bupleurum scorzoniferifolium*, Apiaceae, фенилпропаноиды, флавоноиды, экстракт сухой, ВЭЖХ.

Введение

Препараты растительного происхождения являются наиболее рациональными в терапии болезней органов пищеварения. Желчегонный эффект растительных средств обусловлен в основном содержанием фенилпропаноидов и флавоноидов [1]. Известно около 200 видов растений рода *Bupleurum* семейства Apiaceae. Для 50 видов проведено исследование химического состава, выделено и идентифицировано около 250 соединений. Они относятся к фенолам, а именно фенилпропаноидам, флавоноидам, лигнанам, кумаринам и дубильным веществам [2–4]. Из класса терпеноидов исследованы тритерпеновые соединения, моно- и сесквитерпены [5–11]. Кроме того, проведено изучение полиациленовых соединений, полисахаридов [2, 12].

В видах *B. exaltatum* (M. Bieb.), *B. affine* (Sadler), *B. geradii* (All.), *B. falcatum* (L.), *B. longifolium* (L.), *B. multinerve* (DC), *B. rotundifolium* (L.), *B. bicaule* (Helm) флоры Европейской части России, Кавказа, Крыма,

Петухова Светлана Андреевна – ассистент кафедры фармакогнозии и фармацевтической технологии, e-mail: lanapetukhova@gmail.com

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

Мирович Вера Михайловна – доктор фармацевтических наук, доцент, заведующая кафедрой фармакогнозии и фармацевтической технологии, e-mail: mirko02@yandex.ru

Средней Азии и Сибири содержатся флавоноиды кверцетин, рутин, кемпферол, изорамнетин, изокверцетрин, нарциссин [13–15]. В видах *B. aureum*, *B. falcatum*, *B. bicaule*, *B. multinerve*, *B. flavum* (Forssk.), *B. chinense* (DC) Восточной Сибири, Монголии и Китая кроме производных кверцетина и изорамнетина идентифицированы гликозиды кемпферола [1, 16–18]. Некоторые виды рода *Bupleurum* являются официальными. В России трава

* Автор, с которым следует вести переписку.

B. multineerve используется как средство с противовоспалительной, желчегонной и Р-витаминной активностью [1, 19]. В фармакопеи Китая, Японии и Индии включены корни *B. chinensis* и *B. falcatum*, которые применяются как противовирусное, противовоспалительное средство для лечения заболеваний печени и дискинезии желчевыводящих путей [9, 10]. В народной медицине Прибайкалья находит широкое применение *B. scorzonerifolium* (Willd). Настой из надземной части растения используют как желчегонное и противовоспалительное средство [20].

Целью исследования является изучение компонентного состава фенилпропаноидов и флавоноидов надземных органов *B. scorzonerifolium*, произрастающей в Прибайкалье.

Экспериментальная часть

Растительное сырье. Для исследования использовали надземные органы *B. scorzonerifolium*, собранные в фазу цветения в 2017 г. в Усть-Ордынском Бурятском округе Иркутской области (с. Ординск; 52°52'56.9" с. ш. 104°57'17.64" в.д.). Сыре сушили воздушно-теневым способом. Видовая принадлежность образцов сырья установлена к.б.н., доцентом кафедры фармакогнозии и фармацевтической технологии ИГМУ (Иркутск) Г.И. Бочаровой, гербарные образцы хранятся на кафедре фармакогнозии и фармацевтической технологии ИГМУ. Образцы сырья сушили в тени под навесом. Влажность воздушно-сухого сырья составляла 9.3–11.6%.

Получение извлечения. Сыре измельчали до частиц размером 1–2 мм и экстрагировали 70% спиртом этиловым (навеска 0.5000 г) в объеме 20 мл на кипящей водяной бане в течение 60 мин в колбе с обратным водяным холодильником. Экстракцию повторяли дважды. Извлечение фильтровали в мерную колбу на 50 мл, объем которой доводили до метки 70% спиртом этиловым.

Получение экстракта сухого. Сыре измельчали до размера частиц 2 мм. Экстракцию проводили при соотношении сырья и экстрагента 1 : 14 при температуре 60 °C. Первый контакт фаз составлял 120 мин, второй – 60 мин, третий – 30 мин. При первом и втором контакте фаз в качестве экстрагента использовали 60% спирт этиловый, при третьем – 70% спирт этиловый. Полученные извлечения объединяли, выдерживали при температуре +5 °C в течение трех суток, выпавший осадок сопутствующих веществ отфильтровывали через друк-фильтр. Очищенное извлечение концентрировали на роторном испарителе до ¼ первоначального объема. Удаление экстрагента проводили в вакуум-распылительной сушилке до остаточной влажности 4.4%.

Для анализа экстракт сухой (0.0200 г) растворяли в 70% спирте этиловом в объеме 10 мл.

Общие экспериментальные условия. Исследование метаболома *B. scorzonerifolium* проводилось с использованием ультравысокоэффективной жидкостной хроматографии с диодноматричным и масс-спектрометрическим детектированием (УВЭЖХ-ДМД-ИЭР-МС, UPLC-DAD-ESI-MS/MS).

ВЭЖХ-ДМД-ИЭР/МС. Анализ выполнялся на жидкостном хроматографе марки LCMS-8050 (Shimadzu, Columbia, MD, USA) с диодно-матричным детектором (ДМД) и 3Q детектором с ионизацией электрораспылением (ИЭР/МС; electrospray ionization, ESI), применяли колонку GLC Mastro C18 (150×2.1 мм, Ø 3 мкм; Shimadzu, Japan). ВЭЖХ-анализ проводили при условиях: элюент вода (A), элюент ацетонитрил (B); градиентный режим – 0–8 мин 15–20% (B), 8–23 мин 20% (B), 23–32 мин 18–45% (B), 32–38 мин 45–18% (B); 1 мкл – вводимый объем; 200 мкл/мин – скорость потока; 30°C – температура колонки; диапазон сканирования – от 220 до 550 нм. Условия ИЭР/МС: электрораспыление (отрицательные ионы) – режим ионизации. Температура 300 °C интерфейса ИЭР, 250 °C – линии десольвации, 390 °C – нагревательного блока. Скорость азота (газа-распылителя) – 3 л/мин; 10 л/мин – скорость воздуха (газа-нагревателя); давление газа (CID gas, аргон) – 270 kPa, используемого для диссоциации, индуцируемой соударением; скорость аргона – 0.3 мл/мин; напряжение на капилляре – 3 кВ; диапазон сканирования масс (*m/z*) 100–1800.

МК-ВЭЖХ-УФ. Количественный анализ осуществляли методом микроколоночной высокоеффективной жидкостной хроматографии с УФ-детектированием на приборе Милихром А-02 (Эконова, Новосибирск, Россия). Условия ВЭЖХ: колонка ProntoSIL-120-5-C18 AQ (2×75 мм, Ø5 мкм (Metrohm AG, Herisau, Switzerland); подвижная фаза – 0.2 М лития перхлорат в 0.006 М растворе хлорной кислоты (A), ацетонитрил (B); режим градиента (% B) – 0–26 мин 5–100%, 26–29 мин 100%; скорость элюирования 150 мкл/мин; температура колонки 35 °C; УФ-детектор при длинах волн 330, 350 нм.

В качестве веществ сравнения применяли коммерческие образцы соединений производства Chem-Faces, Beijing (China), Extrasynthese, Lyone (France), Sigma-Aldrich (USA). Результаты расчета содержания

фенольных соединений представлены в виде среднего значения из трех параллельных определений (\pm стандартное отклонение, SD).

Обсуждение результатов

Фенилпропаноиды и флавоноиды надземной части *B. scorzonerifolium*. В результате изучения метаболомного профиля *B. scorzonerifolium* методом УВЭЖХ-ДМД-ИЭР-МС установлено, что надземные органы содержат не менее 24 фенольных соединений, идентификация которых проведена по временам удерживания, данным УФ- и масс-спектров при ионизации электрораспылением (ИЭР, отрицательная ионизация), в сравнении с коммерческими образцами и данными литературы (рис. 1, табл. 1, 2) [20].

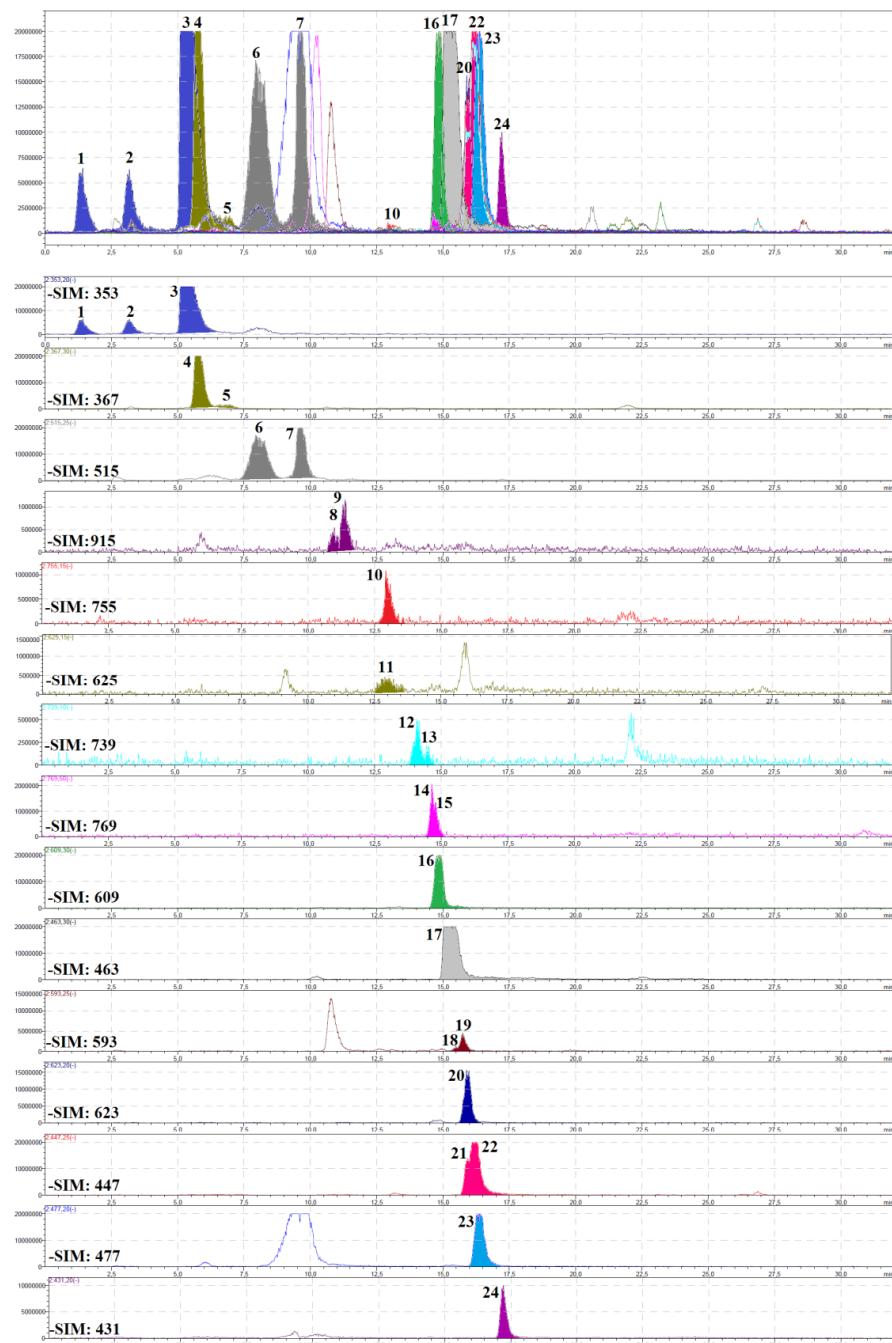


Рис. 1. Хроматограмма спиртового извлечения из надземных органов *B. scorzonerifolium* и выделенные хроматограммы для отдельных ионов. Номера пиков соответствуют соединениям, указанным в таблицах 1, 2

Фенилпропаноиды представлены производными кислот кофеилхинной и ферулоилхинной. Выделенные фенилпропаноиды имеют максимумы поглощения $\lambda=318, 327, 328$ нм. Идентифицированы кофеилхинные кислоты – 1-*O*-кофеилхинная, 4-*O*-кофеилхинная, 5-*O*-кофеилхинная; ферулоилхинные кислоты – 3-*O*-ферулоилхинная, 5-*O*-ферулоилхинная; дикофеилхинные кислоты – 3,5-ди-*O*-кофеилхинная, 4,5-ди-*O*-кофеилхинная (табл. 1).

В ходе идентификации флавоноидов в спиртовом извлечении *B. scorzonerifolium* установлено содержание только гликозидных форм флавоноидов. К производным изорамнетина отнесено 6 соединений, к производным кверцетина – 5, а кемпферола – 7 соединений. Гликозилирование осуществляется преимущественно сахарами рамнозой и глюкозой, галактозой – только у соединения 9. Структура флавоноидов характеризуется обязательным *O*-гликозилированием по 3 положению флавонола. В 3 положении сахарными компонентами могут быть моно-, ди- или трисахариды. К монозидам отнесены соединения 17, 19, 21–24, к биозидам – 11, 13, 15, 16, 18, 20, к триозидам – 8–10, 12, 14. У биозидов разветвление в углеводной цепи наблюдается по положению атома углерода 6'', у триозидов – по положениям 2'', 6'' (табл. 2). На рисунке 2 приведен пример идентификации соединения (8) (изорамнетин-3-*O*-(2'',6''-ди-*O*-рамнозил)-глюкозид-7-*O*-рамнозид). Среди идентифицированных флавоноидов встречаются монозиды и дигликозиды. У дигликозидов присоединение сахарных компонентов наблюдается по положениям 3 и 7 в соединениях 8, 9, 13, 15, 19.

Впервые в надземных органах *B. scorzonerifolium* идентифицировано 15 соединений: 1–3, 5, 7–15, 18, 19, 24.

*Содержание фенилпропаноидов и флавоноидов в надземных органах и экстракте сухом *B. scorzonerifolium*. Для соединений, преобладающих в составе метаболома надземных органов *B. scorzonerifolium*, проведено количественное определение методом МК-ВЭЖХ-УФ. Доминирующими соединениями в надземных органах *B. scorzonerifolium* являются 5-*O*-кофеилхинная кислота (11.29 мг/г), 3,5-ди-*O*-кофеилхинная кислота (5.98 мг/г). В надземных органах на долю фенилпропаноидов приходится 34.8% от суммарного содержания фенольных соединений (табл. 3).*

Таблица 1. Характеристика фенилпропаноидов надземных органов *B. scorzonerifolium*

Название соединения	tr, мин	λ_{\max} , нм	(-)ESI-MC, m/z
1- <i>O</i> -Кофеилхинная кислота ^{a,*} (1)	1.28	327	353 [M-H] ⁻ , 191, 179, 135
4- <i>O</i> -Кофеилхинная кислота ^a (2)	3.15	327	353 [M-H] ⁻ , 191, 179, 135
5- <i>O</i> -Кофеилхинная кислота ^a (3)	5.41	327	353 [M-H] ⁻ , 191, 179, 135
3- <i>O</i> -Ферулоилхинная кислота ^{a,*} (4)	5.76	318	367 [M-H] ⁻ , 193, 191, 149
5- <i>O</i> -Ферулоилхинная кислота ^{a,*} (5)	6.71	318	367 [M-H] ⁻ , 193, 191, 149
3,5-Ди- <i>O</i> -кофеилхинная кислота ^a (6)	7.88	327	515 [M-H] ⁻ , 353, 191, 179, 135
4,5-Ди- <i>O</i> -кофеилхинная кислота ^{a,*} (7)	9.61	328	515 [M-H] ⁻ , 353, 191, 179, 135

^a Использованы данные вещества сравнения; * – соединения, обнаруженные в *B. scorzonerifolium* впервые.

Таблица 2. Характеристика флавоноидов надземных органов *B. scorzonerifolium*

Название соединения	tr, мин	λ_{\max} , нм	(-)ESI-MC, m/z
2	3	4	5
Гликозиды изорамнетина			
Изорамнетин-3- <i>O</i> -(2'',6''-ди- <i>O</i> -рамнозил)-глюкозид-7- <i>O</i> -рамнозид ^{6,*} (8)	10.84	254, 355	915 [M-H] ⁻ , 769 [M-H-Рамноза] ⁻ , 623 [M-H-2×Рамноза] ⁻ , 477 [M-H-3×Рамноза] ⁻ , 471, 315 [M-H-3×Рамноза-Глюкоза] ⁻
Изорамнетин-3- <i>O</i> -(2'',6''-ди- <i>O</i> -рамнозил)галактозид-7- <i>O</i> -рамнозид ^{6,*} (9)	11.23	254, 355	915 [M-H] ⁻ , 769 [M-H-Рамноза] ⁻ , 623 [M-H-2×Рамноза] ⁻ , 477 [M-H-3×Рамноза] ⁻ , 471, 315 [M-H-3×Рамноза-Галактоза] ⁻
Изорамнетин-3- <i>O</i> -(2'',6''-ди- <i>O</i> -рамнозил)-глюкозид (тифанеозид) ^{a,*} (14)	14.56	254, 354	769 [M-H] ⁻ , 623 [M-H-Рамноза] ⁻ , 472, 477 [M-H-2×Рамноза] ⁻ , 325, 315 [M-H-2×Рамноза-Глюкоза] ⁻
Изорамнетин-3- <i>O</i> -(6''- <i>O</i> -рамнозил)-глюкозид-7- <i>O</i> -рамнозид ^{a,*} (15)	14.78	254, 355	769 [M-H] ⁻ , 623 [M-H-Рамноза] ⁻ , 472 [M-H-2×Рамноза] ⁻ , 325, 315 [M-H-2×Рамноза-Глюкоза] ⁻
Изорамнетин-3- <i>O</i> -(6''- <i>O</i> -рамнозил)-глюкозид (нарциссин) ^a (20)	15.95	254, 354	623 [M-H] ⁻ , 477 [M-H-Рамноза] ⁻ , 325, 315 [M-H-Рамноза-Глюкоза] ⁻
Изорамнетин-3- <i>O</i> -глюкозид ^a (23)	16.49	255, 356	477 [M-H] ⁻ , 315 [M-H-Глюкоза] ⁻

Окончание таблицы 2

2	3	4	5
Гликозиды кверцетина			
Кверцетин-3-O-(2",6"-ди-O-рамнозил)-глюкозид (мангаслин) ^{a,*} (10)	12.95	255, 356	755 [M-H] ⁻ , 609 [M-H-Рамноза] ⁻ , 471, 463 [M-H-2×Рамноза] ⁻ , 325, 301 [M-H-2×Рамноза-Глюкоза] ⁻
Кверцетин-3-O-(6"-O-глюкозил)-глюкозид ^{a,*} (11)	12.99	255, 354	625 [M-H] ⁻ , 463 [M-H-Глюкоза] ⁻ , 341, 301 [M-H-2×Глюкоза] ⁻
Кверцетин-3-O-(6"-O-рамнозил)-глюкозид (рутин) ^a (16)	14.94	255, 355	609 [M-H] ⁻ , 463 [M-H-Рамноза] ⁻ , 325, 301 [M-H-Рамноза-Глюкоза] ⁻
Кверцетин-3-O-глюкозид (изокверцитрин) ^a (17)	15.22	256, 356	463 [M-H] ⁻ , 301 [M-H-Глюкоза] ⁻
Кверцетин-3-O-рамнозид (кверцитрин) ^a (21)	15.99	265, 355	447 [M-H] ⁻ , 301 [M-H-Рамноза] ⁻
Гликозиды кемпферола			
Кемпферол-3-O-(2",6"-ди-O-рамнозил)-глюкозид ^{б,*} (12)	13.09	265, 348	739 [M-H] ⁻ , 593 [M-H-Рамноза] ⁻ , 472, 447 [M-H-2×Рамноза] ⁻ , 325, 285 [M-H-2×Рамноза-Глюкоза] ⁻
Кемпферол-3-O-(6"-O-рамнозил)-глюкозид-7-O-рамнозид ^{б,*} (13)	14.49	266, 345	739 [M-H] ⁻ , 593 [M-H-Рамноза] ⁻ , 447 [M-H-2×Рамноза] ⁻ , 325, 285 [M-H-2×Рамноза-Глюкоза] ⁻
Кемпферол-3-O-(6"-O-рамнозил)-глюкозид (никотифлорин) ^{a,*} (18)	15.51	265, 346	593 [M-H] ⁻ , 447 [M-H-Рамноза] ⁻ , 325, 285 [M-H-Рамноза-Глюкоза] ⁻
Кемпферол-3-O-глюкозид-7-O-рамнозид ^{a,*} (19)	15.73	266, 345	593 [M-H] ⁻ , 447 [M-H-Рамноза] ⁻ , 431 [M-H-Рамноза] ⁻ , 285 [M-H-Рамноза-Глюкоза] ⁻
Кемпферол-3-O-глюкозид (астрагалин) ^a (22)	16.26	265, 348	447 [M-H] ⁻ , 285 [M-H-Глюкоза] ⁻
Кемпферол-3-O-рамнозид ^{a,*} (24)	17.21	265, 349	431 [M-H] ⁻ , 285 [M-H-Рамноза] ⁻

^a Использованы данные веществ сравниения; ^б использованы данные литературы; * – соединения, обнаруженные в *B. scorzonerifolium* впервые.

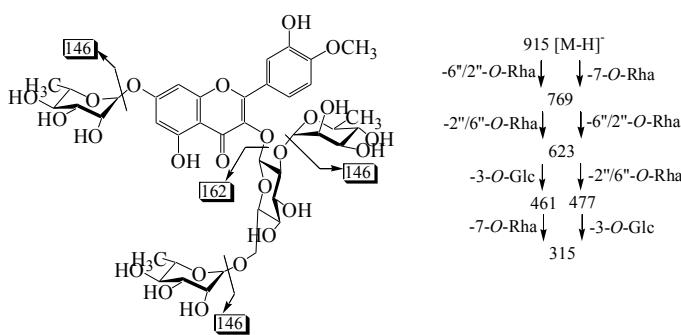


Рис. 2. Схема распада соединения (8) (изорамнетин-3-O-(2",6"-ди-O-рамнозил)-глюкозид-7-O-рамнозид) при ионизации электрораспылением (ИЭР, отрицательная ионизация). Rha – рамноза, Glc – глюкоза

Таблица 3. Количество содержание фенилпропаноидов и флавоноидов в надземных органах и экстракте сухом *B. scorzonerifolium*, мг/г* ± SD

Название соединения	Содержание, мг/г		
	Надземные органы	Экстракт сухой	
2	3	4	
Фенилпропаноиды			
6-O-Кофеил-глюкоза	0.40 ± 0.01		1.40 ± 0.03
4-O-Кофеилхинная кислота	0.55 ± 0.01		1.67 ± 0.04
5-O-Кофеилхинная кислота	11.29 ± 0.26		36.65 ± 0.76
Кофеинная кислота	0.09 ± 0.01		0.21 ± 0.01
1,3-Ди-O-кофеилхинная кислота	0.68 ± 0.01		1.82 ± 0.04
5-O-Ферулолицхинная кислота	0.95 ± 0.02		2.48 ± 0.06
3,5-Ди-O-кофеилхинная кислота	5.98 ± 0.14		12.14 ± 0.29
Сумма фенилпропаноидов	19.94		56.37
Флавоноиды			
Рутин	1.91 ± 0.04		3.92 ± 0.10
Изокверцитрин	29.21 ± 0.70		68.55 ± 1.65

Окончание таблицы 3

2	3	4
Изорамнетин-3- <i>O</i> -рутинозид	0.71 ± 0.01	1.40 ± 0.03
Изорамнетин-3- <i>O</i> -глюкозид	3.09 ± 0.08	9.00 ± 0.23
Кемпферол-3- <i>O</i> -рамнозид	2.44 ± 0.05	5.11 ± 0.12
Сумма флавоноидов	37.36	87.98
Всего	57.30	144.35

*от массы воздушно-сухого сырья.

Среди флавоноидов преобладающим компонентом являются изокверцитрин (29.21 мг/г), изорамнетин-3-*O*-глюкозид (3.09 мг/г), кемпферол-3-*O*-рамнозид (2.44 мг/г) и рутин (1.91 мг/г). Доля флавоноидов в сумме фенольных соединений составляет 65.2%. В экстракте сухом обнаруживается содержание всех основных фенилпропаноидов и флавоноидов, идентифицированных в надземных органах *B. scorzonerifolium*. Количественное содержание фенилпропаноидов и флавоноидов в экстракте сухом больше, чем в надземных органах в 2.5–3.0 раза (табл. 3).

Выходы

1. В надземных органах вида *B. scorzonerifolium*, произрастающего в Прибайкалье в ходе изучения метаболомного профиля нами идентифицировано 7 фенилпропаноидов и 17 флавоноидов, в том числе 15 соединений идентифицированы для вида впервые.
2. Преобладающими компонентами являются 5-*O*-кофеилхинная кислота, 3,5-ди-*O*-кофеилхинная кислота, изокверцитрин, изорамнетин-3-*O*-глюкозид, кемпферол-3-*O*-рамнозид и рутин.
3. Экстракт сухой, полученный из надземной части *B. scorzonerifolium* содержит весь комплекс основных фенилпропаноидов и флавоноидов, идентифицированных в растении. Содержание активных компонентов в экстракте в 2.5–3.0 раза больше, чем в надземных органах.

Список литературы

1. Минаева В.Г. Флавоноиды в онтогенезе растений и их практическое использование. М.: Наука, 1978. 254 с.
2. Ashour M.L., Wink M. Genus *Bupleurum*: a review of its phytochemistry, pharmacology and modes of action // Journal of Pharmacy and Pharmacology. 2011. N63. Pp. 305–321. DOI: 10.1111/j.2042-7158.2010.01170.x.
3. Pan S.L. *Bupleurum* species: Scientific Evaluation and Clinical Applications. CRC, 2006. 272 p. DOI: 10.1201/9781420009071
4. Luo S.Q. Lignan glucosides from *Bupleurum wenchuanense* // Phytochemistry. 1993. Vol. 33. Pp. 193–196.
5. Зыкова И.Д., Ефремов А.А. Володушка козелецелистная: компонентный состав эфирного масла надземной части // Сибирский медицинский журнал. 2014. Т. 125. №2. С. 97–98.
6. Тыхеев Ж.А. Володушка козелецелистная: компонентный состав эфирного масла и липидной фракции надземной части флоры Бурятии, Забайкальского края и Монголии // Экология России и сопредельных территорий: материалы XIX международной экологической конференции. Новосибирск, 2014. С. 213.
7. Guo J.X., Pan S.L., Li Y., Hong X.K. A study on the chemical constituents of volatile oils from 19 species of the genus *Bupleurum* in China // Acta Acad. Med. Shanghai. 1990. Vol. 17. Pp. 278–282.
8. Altantsetseg Sh., Shatar S., Javzmaa N. Comparative study of essential oil constituents of *Bupleurum* species from Mongolia // Mongolian Journal of Chemistry. 2012. Vol.13 (39). Pp. 28–30. DOI: 10.5564/mjc.v13i0.156.
9. Yamamoto M. Structure and actions of saikosaponins isolated from *Bupleurum falcatum* L. I. Anti-inflammatory action of saikosaponins // Arzneimittelforschung. 1975. Vol. 25. Pp. 1021–1023.
10. Abe H. Pharmacological actions of saikosaponins isolated from *Bupleurum falcatum*. Effects of saikosaponins on liver function // Planta Med. 1980. Vol. 40. Pp. 366–372.
11. Li X. Essential oil analyses of the root oils of 10 *Bupleurum* species from China // Journal of Essential oil research. 2007. Vol. 19. Pp. 234–238.
12. Wang Z. Beneficial effect of *Bupleurum* polysaccharides on autoimmune disease induced by *Campylobacter jejuni* in BALB/c mice // J Ethnopharmacol. 2009. Vol. 124. Pp. 481–487. DOI: 10.1016/j.jep.2009.05.013.
13. Бирюкова Н.М. Исследование содержания и состава флавоноидов и фенолкарбоновых кислот растений рода *Bupleurum* L., культивированных в Беларуси // Вестник фармации. 2011. №4(54). С. 23–30.
14. Oleznikov D.N., Partilkhaev V.V. Flavonoids and phenylpropanoids from several species of *Bupleurum* growing in Buryatia // Chemistry of Natural Compounds. 2013. Vol. 48. N6. Pp. 1078–1082.
15. Пименов М.Г., Волхонская Т.А., Даушкевич Ю.В. Содержание флавоноидов в некоторых видах рода *Bupleurum* L. // Растительные ресурсы. 1992. Т. 28. №1. С. 94–99.
16. Петухова С.А., Посохина А.А., Карсунова И.В. Флавоноиды представителей рода *Bupleurum* L. южных районов Центральной Сибири // Республиканский научный журнал «VESTNIK». 2016. Т. 4. №4 (77). С. 96–97.

17. Мирович В.М., Петухова С.А., Дударева Л.В. Изучение состава фенольных соединений володушки козелецелистной (*Bupleurum scorzonerifolium* Willd.), произрастающей в Прибайкалье, методом ВЭЖХ // *Acta Biomedica Scientifica*. 2017. №3. С. 75–77.
18. Канунникова Ю.С., Джавахян М.А. Идентификация биологически активных веществ травы Володушки золотистой (*Herba Bupleuri aurei*) // Химия и технология растительных веществ: тезисы Всероссийской научной конференции. Сыктывкар, 2011. С. 178.
19. ВФС 42-580-76 Трава володушки многожильчатой. *Herba Bupleuri multinervi*.
20. Петухова С.А. Фармакогностическое исследование володушки козелецелистной (*Bupleurum scorzonerifolium* Willd.) и разработка на ее основе экстракта сухого: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. Улан-Удэ, 2018. 24 с.

Поступила в редакцию 11 февраля 2019 г.

После переработки 19 марта 2019 г.

Принята к публикации 8 апреля 2019 г.

Для цитирования: Петухова С.А., Оленников Д.Н., Мирович В.М. Метаболомный профиль *Bupleurum scorzonerifolium* Willd., произрастающей в Прибайкалье // Химия растительного сырья. 2019. №3. С. 129–136. DOI: 10.14258/jcprm.2019035150.

Petukhova S.A.^{1*}, Olennikov D.N.², Mirovich V.M.¹ METABOLOMIC PROFILE *BUPLEURUM SCORZONERIFOLIUM* WILLD., GROWING IN THE BAIKAL REGION

¹ Irkutsk State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, ul. Krasnogo Vosstanija, 1, Irkutsk, 664003 (Russia), e-mail: lanapetukhova@gmail.com

² Institute of General and Experimental Biology, Siberian Branch, Russian Academy of Science, ul. Sakh yanovoy, 6, Ulan-Ude, 670047 (Russia)

In folk medicine in the Baikal region, an infusion from the aerial part of the plant *Bupleurum scorzonerifolium* (Willd) is widely used as a choleric and anti-inflammatory agent. The choleric effect of herbal remedies is mainly due to the content of phenylpropanoids and flavonoids. Using high performance liquid chromatography with a diode-matrix detector and 3Q electrospray ionization detector, we studied the metabolic profile of the phenylpropanoids and flavonoids of the aboveground organs of *B. scorzonerifolium* (Willd.), which grows in the Baikal region. In the aboveground organs of *B. scorzonerifolium*, 7 phenylpropanoids and 17 flavonoids were identified, of which 15 compounds for the species were identified for the first time. Quantitative determination of individual components was carried out in the aboveground organs of *B. scorzonerifolium* and dry extract by microcolumn HPLC with UV detection. The predominant components in the aerial part of the plant are 5-O-caffeoic quinic acid, 3,5-di-O-caffeoic quinic acid, isoquercitrin, isorhamnetin-3-O-glucoside, kaempferol-3-O-rhamnoside and rutin. The dry extract obtained from the aerial part of *B. scorzonerifolium* contains the entire complex of phenylpropanoids and flavonoids, which are identified in the plant. The content of active ingredients in the extract is 2.5–3.0 times higher than in the aboveground organs. The aboveground organs and dry extract of *B. scorzonerifolium* can be used as a source of phenylpropanoids and flavonoids.

Keywords: *Bupleurum scorzonerifolium*, Apiaceae, phenylpropanoids, flavonoids, dry extract, HPLC.

* Corresponding author.

References

1. Minayeva V.G. *Flavonoidy v ontogeneze rasteniy i ikh prakticheskoye ispol'zovaniye*. [Flavonoids in plant ontogenesis and their practical use]. Moscow, 1978, 254 p. (in Russ.).
2. Ashour M.L., Wink M. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2011, no. 63, pp. 305–321. DOI: 10.1111/j.2042-7158.2010.01170.x.
3. Pan S.L. *Bupleurum species: Scientific Evaluation and Clinical Applications*, CRC, 2006, 272 p. DOI: 10.1201/9781420009071.
4. Luo S.Q. *Phytochemistry*, 1993, vol. 33, pp. 193–196.
5. Zykova I.D., Yefremov A.A. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*, 2014, vol. 125, no. 2, pp. 97–98. (in Russ.).
6. Tykheyev Zh.A. *Ekologiya Rossii i sopredel'nykh territoriy: materialy XIX mezhdunarodnoy ekologicheskoy konferentsii*. [Ecology of Russia and adjacent territories: proceedings of the XIX International Ecological Conference]. Novosibirsk, 2014, p. 213. (in Russ.).
7. Guo J.X., Pan S.L., Li Y., Hong X.K. *Acta Acad. Med. Shanghai*, 1990, vol. 17, pp. 278–282.
8. Altantsetseg Sh., Shatar S., Javzmaa N. *Mongolian Journal of Chemistry*, 2012, vol. 13 (39), pp. 28–30. DOI: 10.5564/mjc.v13i0.156
9. Yamamoto M. *Arzneimittelforschung*, 1975, vol. 25, pp. 1021–1023.
10. Abe H. *Planta Med.*, 1980, vol. 40, pp. 366–372.
11. Li X. *Journal of Essential oil research*, 2007, vol. 19, pp. 234–238.
12. Wang Z. *J. Ethnopharmacol.*, 2009, vol. 124, pp. 481–487. DOI: 10.1016/j.jep.2009.05.013.
13. Biryukova N.M. *Vestnik farmatsii*, 2011, no. 4(54), pp. 23–30. (in Russ.).
14. Olenikov D.N., Partilkhaev V.V. *Chemistry of Natural Compounds*, 2013, vol. 48, no. 6, pp. 1078–1082.
15. Pimenov M.G., Volkhonskaya T.A., Daushkevich Yu.V. *Rastitel'nyye resursy*, 1992, vol. 28, no. 1, pp. 94–99. (in Russ.).
16. Petukhova S.A., Posokhina A.A., Karsunova I.V. *Respublikanskiy nauchnyy zhurnal «VESTNIK»*, 2016, vol. 4, no. 4 (77), pp. 96–97. (in Russ.).
17. Mirovich V.M., Petukhova S.A., Dudareva L.V. *Acta Biomedica Scientifica*, 2017, no. 3, pp. 75–77. (in Russ.).
18. Kanunnikova Yu.S., Dzhavakhyan M.A. *Vserossiyskaya nauchnaya konferentsiya «Khimiya i tekhnologiya rastitel'nykh veshchestv»*. [All-Russian Scientific Conference "Chemistry and Technology of Plant Substances"]. Syktyvkar, 2011, p. 178. (in Russ.).
19. *VFS 42-580-76 Trava volodushki mnogozhil'chatoy. Herba Bupleuri multinervi*. [VFS 42-580-76 Multi-veined grass grass. Herba Bupleuri multinervi]. (in Russ.).
20. Petukhova S.A. *Farmakognosticheskoye issledovaniye volodushki kozeletselistnoy (Bupleurum scorzonerifolium Willd.) i razrabotka na yeze osnove ekstrakta sukhogo: avtoref. dis. ... kand. farm. nauk*. [Pharmacognostic study of goat-cellulose hairwort (Bupleurum scorzonerifolium Willd.) And development of dry extract based on it: abstract. dis. ... cand. farm. sciences]. Ulan-Ude, 2018. 24 p. (in Russ.).

*Received February 11, 2019**Revised March 19, 2019**Accepted April 8, 2019*

For citing: Petukhova S.A., Olenikov D.N., Mirovich V.M. Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya, 2019, no. 3, pp. 129–136. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2019035150.