

УДК 547.972

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ КОРНЕЙ *SCUTELLARIA INTERMEDIA* РОПОВ

© А.М. Каримов¹, А.С. Попков², Ю.В. Остроушко², Р.И. Туртаева², Э.Х. Ботиров^{2*}

¹Наманганский государственный университет, ул. Уйчи, 316, Наманган, 716001 (Узбекистан)

²Сургутский государственный университет, ул. Ленина, 1, Сургут, 628412 (Россия), e-mail: botirov-peri@mail.ru

Растения рода *Scutellaria L.* – шлемник (семейство Lamiaceae) на земном шаре представлены 360 видами, широко распространенными в умеренных, субтропических и тропических регионах, включая Европу, Северную Америку и Восточную Азию. Они используются в народной медицине и являются источником уникальных биологически активных соединений, обладающих ценными фармакологическими свойствами. Статья посвящена фитохимическому изучению флавоноидов корней *Scutellaria intermedia* Ропов (шлемник средний). Из этилацетатной и *n*-бутанольной фракций 80%-ного этанольного экстракта корней впервые выделено 6 флавоноидов. На основании результатов химических превращений, данных УФ-, ¹H-, ¹³C-ЯМР и масс-спектров, сравнением физико-химических констант с литературными сведениями, а также сравнением с образцами флавоноидов, выделенными из других видов *Scutellaria L.*, полученные соединения идентифицированы с вогонином, 5,8-дигидрокси-7-метоксифлавоном, 5,7,4'-тригидрокси-6-метоксифлаваном (дигидрогиспидулином) 5,6,7,4'-тетрагидроксифлаваном (дигидроскутеллареином), лютеолином и байкалеин 7-О-β-D-этилглюкуронидом.

Ключевые слова: *Scutellaria intermedia* Ропов, Lamiaceae, флавоны, флаваноны, вогонин, 5,8-дигидрокси-7-метоксифлаван, дигидрогиспидулин, дигидроскутеллареин, лютеолин, байкалеин 7-О-β-D-этилглюкуронид.

Введение

Растения рода *Scutellaria L.* – шлемник (семейство Lamiaceae) на земном шаре представлены 360 видами, широко распространенными в умеренных, субтропических и тропических регионах, включая Европу, Северную Америку и Восточную Азию [1–3]. Они используются в народной медицине и являются источником уникальных биологически активных соединений, обладающих ценными фармакологическими свойствами [3–5].

Химический состав растений рода *Scutellaria* разнообразен, и к настоящему времени из них выделены флавоноиды, фенилпропаноиды, фенолокислоты, иридоиды, дитерпеноиды клероданового ряда, стероиды, тритерпеноиды, лигнаны, алкалоиды, фитостерины, дубильные вещества, эфирные масла и другие классы природных веществ [2–5]. Современные фармакологические исследования подтвердили, что экстракты и индивидуальные флавоноиды, выделенные из растений рода *Scutellaria*, обладают противоопухолевым,

Каримов Абдурашид Мусахонович – старший преподаватель кафедры химии, e-mail: abdurashidka@mail.ru

Попков Антон Сергеевич – аспирант, e-mail: westforum@gmail.com

Остроушко Юлия Владимировна – аспирант, e-mail: julliyaost@gmail.com

Туртаева Румия Исаевна – аспирант, e-mail: oterova2013@yandex.ru

Ботиров Эркин Хожжақбарович – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии, e-mail: botirov-peri@mail.ru

гепатопротекторным, антиоксидантным, противовоспалительным, противосудорожным, антибактериальным и противовирусным действиями [6–11]. Шлемник байкальский является одним из наиболее универсальных растительных компонентов в традиционной китайской медицине, а также широко используется в западной медицине, где он считается одним из самых эффективных природных адаптогенов. Препараты *Scutellaria* расширяют

* Автор, с которым следует вести переписку.

кровеносные сосуды, замедляют ритм сердечных сокращений, снижают артериальное давление, обладают успокаивающим действием, затормаживают функциональную активность нервной системы и предупреждают возникновение судорог [2, 3, 11].

С целью поиска новых биологически активных соединений и их доступных источников нами проводятся систематические исследования флавоноидов растений рода *Scutellaria* [12–15]. Объектом настоящего исследования явились корни растения *S. intermedia* (шлемник средний), произрастающего на каменистых, щебнистых склонах, скалах и галечниках Западного Тянь-Шаня и Памиро-Алая [1].

Ранее нами из надземной части этого растения были выделены флавоноиды хризин, ороксиллин А, 5,7,2'-тригидроксифлаван, скутевулин, 2(S)-5,7,2'-тригидроксифлаванон, байкалеин, апигенин, хризин 7-O-β-D-глюкуронид, вогонин 7-O-β-D-глюкуронид, байкалеин 7-O-β-D-глюкуронид (байкалин), 5,7,2'-тригидроксифлаван 2'-O-β-D-глюкуронопиранозид и скутевулин 2'-O-β-D-глюкуронопиранозид [14, 15]. В рамках настоящего исследования приводятся результаты изучения флавоноидов корней *S. intermedia*.

Экспериментальная часть

Общие экспериментальные условия. Для колоночной хроматографии использовали силикагель 100/160 мкм, КСК фирмы «Tianjin Sinomed Pharmaceutical» (China), Woelm Polyamid 100–300 мкм (ФРГ) и Sephadex LH-20 сорбент фирмы «GE Healthcare Bio-Sciences AB» (Швеция). Тонкослойную хроматографию (ТСХ) проводили на пластинках «Sorbfil ПТСХ-П-А-УФ» в следующих системах растворителей: (1) хлороформ-этилацетат-этанол (6 : 1 : 3); (2) *n*-бутанол-этанол-вода (5 : 3 : 2); (3) *n*-бутанол-пиридин-вода (6 : 4 : 3). На хроматограммах флавоноиды обнаруживали по характерному свечению в УФ-свете при длине волны 254 нм до 365 нм и после обработки хроматограмм парами аммиака, 1% спиртовым раствором AlCl₃, 0.5% раствором NaOH в этаноле и смесью 1% раствора ванилина в этаноле и HCl (4 : 1). УФ-спектры регистрировали на спектрофотометре СФ-2000 (ОКБ Спектр, Санкт-Петербург, Россия) в этаноле и в присутствии ионизирующих и комплексообразующих добавок [16]. ИК-спектры – на ИК-Фурье-спектрометре Spectrum 100 (Perkin Elmer, Waltham, MA, USA). Спектры ¹H- и ¹³C-ЯМР регистрировали на ЯМР-спектрометре Avance AV 500 (Bruker, Billerica, MA, USA) с рабочей частотой 300 МГц (ЯМР ¹H) и 100 МГц (ЯМР ¹³C) в CHCl₃-d, DMSO-d₆ и Py-d₅. ESI-масс-спектры (электроспрей) снимали на масс-спектрометре 6420 Triple Quad LC/MS (Agilent Technologies, USA). Регистрация масс-спектров образцов проводили с положительной ионизацией. Температуры плавления определяли на приборе типа «Voetius» с визуальным устройством РНМК 0.5.

Растительное сырье. Корни *S. intermedia* были собраны в период отмирания надземной части (ноябрь 2016 г.) на предгорной территории Папского района Республики Узбекистан кандидатом биологических наук С. Мелибаевым.

Экстракция и выделение флавоноидов. Измельченное сырье (567 г) пятикратно экстрагировали 80% этиловым спиртом при комнатной температуре. Полученный экстракт сгущали упариванием в вакууме до 0.4 л, к остатку добавили равное количество дистиллированной воды и подвергали последовательной жидкость-жидкостной экстракции петролейным эфиром, этилацетатом и *n*-бутанолом. После отгонки растворителей и упаривания в вакууме получили 8.3 г петролейно-эфирной, 24.8 г этилацетатной и 32.5 г *n*-бутанольной фракции.

Этилацетатную фракцию (23.0 г) хроматографировали на колонке с силикагелем (660 г) в градиентной системе гексан-этилацетат (60 : 40→0 : 100). Получили 6 субфракций (Э1–Э5). Субфракцию Э1 (3.89 г) хроматографировали на колонке с силикагелем в градиентной системе гексан-этилацетат (3 : 1→1 : 1) и далее полученные фракции рехроматографировали на колонке с сефадексом LH-20 в системе хлороформ-этанол (1 : 1), что привело к выделению **1** (44.3 мг) и **2** (32 мг). Субфракцию Э2 (4.34 г) разделяли методом колоночной хроматографии на полиамиде в градиентной системе растворителей этанол-вода (90 : 10→30 : 70) и получили **2** (37.4 мг) и **3** (243 мг). Субфракцию Э5 (3.82 г) разделяли на колонке с сефадексом LH-20 в градиентной системе растворителей этанол-вода (95 : 5→20 : 80) и выделили **4** (46 мг) и **5** (52 мг). Полученные вещества были очищены перекристаллизацией из водного этанола.

n-Бутанольную фракцию (20.0 г) хроматографировали на колонке с силикагелем (700 г) и элюировали градиентной системой растворителей хлороформ-этанол (9 : 1→4 : 6). Получили 5 субфракций (Б1–Б5). Субфракцию Б4 хроматографировали на колонке с сефадексом LH-20 в градиентной системе этилацетат-этанол (10 : 1→1 : 1) и получили **6** (34 мг).

Кислотный гидролиз 6. Навеску **6** (16 мг) гидролизовали на водяной бане 10% HCl в течение 5 ч. Выпавший при охлаждении осадок (7 мг) идентифицировали как байкалеин. Фильтрат упаривали в вакууме до сиропообразного остатка и методом бумажной хроматографии в присутствии подлинного образца обнаруживали D-глюкуроновую кислоту (система растворителей 3).

Щелочной гидролиз 6. Навеску **6** (15 мг) растворяли в 2 мл 0.5% NaOH и через 20 мин раствор нейтрализовали 1% HCl, после чего упаривали досуха. Остаток хроматографировали на колонке с полиамидом в системе этанол-вода (2 : 1), что привело к выделению байкалеин-7-O-β-D-глюкуронида (8 мг).

Обсуждение результатов

В результате проведенных исследований из этилацетатной и *n*-бутанольной фракций водно-этанольного экстракта выделили шесть соединений флавоноидного характера.

Выделенные флавоноиды идентифицировали изучением продуктов кислотного и щелочного гидролиза, сравнением спектральных характеристик веществ (УФ-, ЯМР ¹H-, ¹³C-спектры) с описанными в литературе, а также непосредственным сравнением с достоверными образцами флавоноидов, выделенными нами из других видов *Scutellaria*.

На основании изучения качественных реакций и спектральных данных соединения **1**, **2**, **5** и **6** отнесены к производным флавона, а вещества **3** и **4** – к производным флаванона.

Соединение 1 состава C₁₆H₁₂O₅, т.пл. 202–203 °С, R_f 0.32 (система растворителей 1). УФ-спектр (λ_{max} 245, 276, 317 нм) характерен для флавонов [16]. В спектре ¹H-ЯМР (CHCl₃-d, δ, м.д., J/Гц) присутствуют сигналы протонов одной метоксильной группы [3.96 (3H, с)] и 5,7,8-тризамещенного флавонового ядра при 6.45 (1H, с, H-3), 6.69 (1H, с, H-6), 7.56 (3H, м, H-3', 4', 5'), 7.92 (2H, дд, J=7.8, 2.0, H-2', 6'). На основании изучения данных УФ-, ЯМР-спектроскопии, масс-спектрометрии и результатов сравнения с подлинным образцом соединение **1** идентифицировали с вогонином (5,7-дигидрокси-8-метоксифлавоном) [4, 16, 17].

Соединение 2 состава C₁₆H₁₂O₅, ESI-MS *m/z* 285.3 [M+H]⁺, т.пл. 143–145 °С, УФ-спектр (λ_{max}, этанол, нм): 340, 275; +ZrOCl₂ 415, 305; +NaOH 405. ¹H-ЯМР (DMCO-d₆, δ, м.д., J/Гц): 3.91 (3H, с, -OCH₃), 6.62 (1H, с, H-3), 6.77 (1H, с, H-6), 7.58 (3H, м, H-3', 4', 5'), 8.03 (2H, дд, 8.8 и 2.0 Гц, H-2', 6'), 11.98 (1H, с, 5-OH).

По данным УФ-, ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии соединение **2** относится к производным флавона, содержит две гидроксильные и одну метоксильную группы в кольце А [4, 16]. Положительная госсипетиновая проба свидетельствует о наличии *n*-дигидроксигруппировки в положениях С-5,8. Изучением спектральных данных вещество **2** идентифицировали с 7-О-метилнорвогонином (5,8-дигидрокси-7-метоксифлавоном) [3–5].

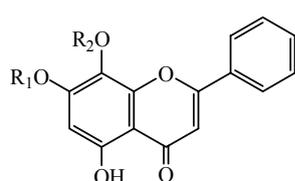
Соединение 3 состава C₁₆H₁₄O₆, ESI-MS *m/z* 303.3 [M+H]⁺, т.пл. 228–230 °С, УФ-спектр (λ_{max}, этанол, нм): 293, 331; +CH₃COONa 294, 330; +NaOH 247, 329; AlCl₃ 225, 300, 316, 394. ¹H-ЯМР (DMCO-d₆, δ, м.д., J/Гц): 2.64 (1H, дд, J=16.8, 3.0, H-3_{кв}), 3.23 (1H, дд, J=16.8, 13.0, H-3_{акс}), 3.64 (3H, с, 6-OCH₃), 5.40 (1H, дд, J=13.0, 3.0, H-2), 5.90 (1H, с, H-8), 6.78 (2H, д, J=8.6, H-3', 5'), 7.30 (2H, д, J=8.6, H-2', 6'). ¹³C-ЯМР (DMCO-d₆, δ, м.д.): 197.1 (C-4), 159.5 (C-9), 158.0 (C-7), 157.7 (C-4'), 155.1 (C-5), 129 (C-6), 128.9 (C-1'), 128.3 (C-2', 6'), 115.1 (C-3', 5'), 101.8 (C-10), 95.0 (C-8), 78.5 (C-2), 60.0 (-OCH₃), 42.0 (C-3).

Данные УФ- и ЯМР-спектроскопии свидетельствуют о принадлежности соединения **3** к производным флаванона и наличии в его составе свободных гидроксильных групп в 5,7,4' положениях [4, 16]. Соединение **3** идентифицировано с 5,7,4'-тригидрокси-6-метоксифлаваноном (дигидрогиспидулином) на основании полученных спектральных данных и их сравнения с описанными в литературе [3–5].

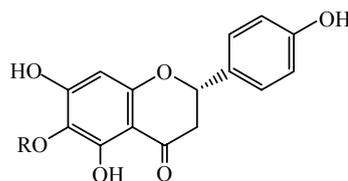
Соединение 4 состава C₁₅H₁₂O₆, ESI-MS *m/z* 289.3 [M+H]⁺, т.пл. 221–223 °С, УФ-спектр (λ_{max}, этанол, нм): 295, 360; +CH₃COONa 270, 330; +NaOH 320, 325. ¹H ЯМР (DMCO-d₆, δ, м.д., J/Гц): 2.65 (1H, дд, J=17.2, 3.0, H-3_{кв}) 3.21 (1H, дд, J=17.2, 12.6, H-3_{акс}), 5.37 (1H, дд, J=12.6, 3.0, H-2), 5.92 (1H, с, H-8), 6.78 (2H, д, J=8.6, H-3', 5'), 7.30 (2H, д, J=8.6, H-2', 6').

¹³C-ЯМР (DMCO-d₆, δ, м.д.): 196.9 (C-4), 157.7 (C-4'), 155.8 (C-7), 155.0 (C-5), 150.2 (C-9), 129.1 (C-1'), 128.9 (C-2', 6'), 128.2 (C-6), 115.1 (C-3', 5'), 95.2 (C-10), 95.0 (C-8), 78.4 (C-2), 42.0 (C-3).

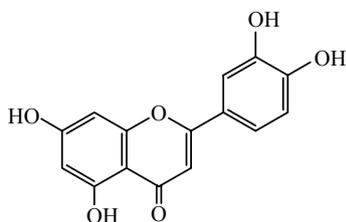
Данные УФ-, ¹H-, ¹³C- ЯМР спектров свидетельствуют о наличии в составе соединения **4** свободных гидроксильных групп в 5,7,4' положениях [4, 16]. Изучением спектральных параметров и сравнением физико-химических свойств с литературными данными вещество **4** идентифицировали с 5,6,7,4'-тетрагидроксифлаваноном (дигидроскутеллареином) [3–5].



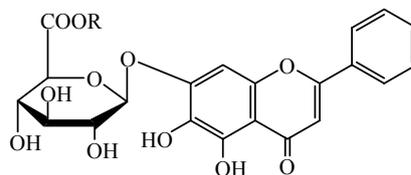
1 $R_1=H, R_2=CH_3$
2 $R_1=CH_3, R_2=H$



3 $R=CH_3$
4 $R=H$



5



6 $R=CH_2CH_3$
7 $R=H$

Соединение 5 состава $C_{15}H_{10}O_6$, т.пл. 327–329 °С, λ_{max} (этанол, нм): 250, 270, 356 нм, R_f 0.52 (система растворителей 2). На основании изучения УФ- и 1H ЯМР-спектров и результатов сравнения с подлинным образцом соединение **5** идентифицировано с 5,7,3',4'-тетрагидроксифлавоном (лютеолином) [3–5, 16].

Соединение 6 состава $C_{23}H_{22}O_{11}$ имеет УФ-спектр (λ_{max} 245, 277, 313 нм), характерный для незамещенных в кольце В производных флавона [4, 16]. В 1H ЯМР-спектре (DMCO- d_6 , δ , м.д., J/Гц) присутствуют сигналы протонов 5,6,7-тризамещенного флавона [6.98 м.д. (1H, с, H-3), 7.09 м.д. (1H, с, H-8), 7.63 м.д. (3H, м, H-3', 4', 5'), 8.02 м.д. (2H, м, H-2', 6')], аномерного протона углеводной части [5.24 м.д. (1H, д, $J=7.1$, H-1'')], O- CH_2-CH_3 группы [1.19 м.д. (т, 7.2 Гц, $-CH_3$); 4.13 м.д. кв, 7.2 Гц, $-OCH_2-$] и хелатной 5-OH группы при 12.56 м.д. (1H, с, 5-OH). Наличие O-этильной группы подтверждается также данными спектра ^{13}C ЯМР (DMCO- d_6), где присутствуют сигналы атомов углерода остатка O-этилглюкуроновой кислоты при 14,4 ($-CH_3$), 61.2 (CH_2O-), 100.5 (C-1''), 73.2 (C-2''), 75.8 (C-3''), 71.7 (C-4''), 75.5 (C-5''), 169.0 (C-6'') м.д. [18, 19].

С целью подтверждения гликозидной природы флавоноид **6** подвергали кислотному гидролизу. При этом образовались байкалеин (5,6,7-тригидроксифлавоны) [14] и D-глюкуроновая кислота. Изложенные данные позволяют предполагать, что флавоноид **6** является байкалеин-7-O- β -D-этилглюкуронидом. Это подтверждено получением байкалеин-7-O- β -D-глюкуронида (**7**) [15] в результате гидролиза флавоноида **6** 0.5%-ным раствором NaOH.

Байкалеин-7-O- β -D-этилглюкуронид ранее был выделен из *S. baicalensis* [19].

Вогонин обладает противовоспалительным, антиконвульсантным, противоопухолевым антиоксидантным, противовирусным, противоаллергическим, анксиолитическим действием [17], дигидроскутеллареин и дигидрогиспидулин ингибируют аденозин 3',5-циклическую фософодиэстеразу [20], лютеолин обладает противовоспалительным и противоаллергическими свойствами [21].

Выводы

Изучен флавоноидный состав этилацетатной и *n*-бутанольной фракций 80%-ного спиртового экстракта корней растения *S. intermedia*. В результате исследования впервые выделены 6 индивидуальных флавоноидов. На основании изучения продуктов кислотного и щелочного гидролиза, данных УФ-, 1H -, ^{13}C -ЯМР и масс-спектров, а также сравнением с образцами флавоноидов, выделенными из других видов *Scutellaria* L., полученные соединения идентифицированы с вогонином, 5,8-дигидрокси-7-метоксифлавоном, 5,7,4'-тригидрокси-6-метоксифлавоном (дигидрогиспидулином) 5,6,7,4'-тетрагидроксифлавоном (дигидроскутеллареином), лютеолином и байкалеин 7-O- β -D-этилглюкуронидом.

Список литературы

1. Юзепчук С.В. Шлемник – *Scutellaria L.* // Флора СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. XX. С. 72–225.
2. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Hippuridaceae-Lobeliaceae. СПб., 1991. С. 85–90.
3. Shang X., He X., He X., Li M., Zhang R., Fan P., Zhang Q., Jia Z. The genus *Scutellaria* an ethnopharmacological and phytochemical review // *J. Ethnopharmacol.* 2010. Vol. 128. Pp. 279–313.
4. Malikov V.M., Yuldashev M.P. Phenolic compounds of plants of the *Scutellaria L.* genus. Distribution, structure, and properties // *Chem. Nat. Comp.* 2002. Vol. 38. Pp. 358–406; 2002. Vol. 38. Pp. 473–519.
5. Karimov A.M., Botirov E.Kh. Structural Diversity and State of Knowledge of Flavonoids of the *Scutellaria L.* Genus. // *Russian Journal of Bioorganic Chemistry.* 2017. Vol. 43. N7. Pp. 691–711.
6. Li-Weber M. New therapeutic aspects of flavones: the anticancer properties of *Scutellaria* and its main active constituents wogonin, baicalin and baicalin // *Cancer Treat. Rev.* 2009. Vol. 35. Pp. 57–68.
7. Yu J.Q., Liu H.B., Lei J.C., Tan W.J., Hu X.M., Zou G.L. Antitumor activity of chloroform fraction of *Scutellaria barbata* and its active constituents // *Phytotherapy Research.* 2007. Vol. 21. Pp. 817–822.
8. Sonoda M., Nishiyama T., Matsukawa Y., Moriyasu M. Cytotoxic activities of flavonoids from two *Scutellaria* plants in Chinese medicine // *J. Ethnopharmacol.* 2004. Vol. 91. Pp. 65–68.
9. Gao Z., Huang K., Yang X., Xu H. Free radical scavenging and antioxidant activities of flavonoids extracted from the radix of *Scutellaria baicalensis* Georgi // *Biochim. Biophys. Acta.* 1999. Vol. 1472. N3. Pp. 643–650.
10. Park H.G., Yoon S.Y., Choi J.Y., Lee G.S., Choi J.H., Shin C.Y., Son K.H., Lee Y.S., Kim W.K., Ryu J.H., Ko K.H., Cheong J.H. Anticonvulsant effect of wogonin isolated from *Scutellaria baicalensis* // *European J. Pharmacology.* 2007. Vol. 574. Pp. 112–119.
11. Гольдберг Е.Д., Дыгай А.М., Литвиненко В.И., Попова Т.П., Суслов Н.И. Шлемник байкальский. Фитохимия и фармакологические свойства. Томск, 1994. 222 с.
12. Karimov A.M., Botirov E.Kh. Flavonoids from the aerial part and roots of *Scutellaria adenostegia* // *Chem. Nat. Comp.* 2015. Vol. 51. Pp. 764–765.
13. Karimov A.M., Botirov E.Kh. 7-O-Glucosides of Norwogonin and Isoscutellarein from the Aerial Part of *Scutellaria adenostegia* // *Chem. Nat. Comp.* 2016. Vol. 52. Pp. 907–908.
14. Karimov A.M., Slobodyanyuk T.N., Botirov E.Kh. Flavonoids from the aerial part of *Scutellaria intermedia* // *Chem. Nat. Comp.* 2017. Vol. 53. Pp. 745–746.
15. Karimov A.M., Slobodyanyuk T.N., Botirov E.Kh. New flavonoid glycuronides from the aerial part of *Scutellaria intermedia* // *Chem. Nat. Comp.* 2017. Vol. 53. Pp. 638–641.
16. Mabry T.T., Markham K.R., Thomas M.B. The systematic identification of flavonoids. New-York: Springer-Verlag, 1970. 354 p.
17. Delange D.M., Morales Rico C.L., Canavaciolo V.G., Cuellar A.C., Oliver E.S. Selective and High Yield Isolation of Pure Wogonin from Aerial Parts of *Scutellaria havanensis* Jacq. // *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.* 2015. Vol. 30 (2). Pp. 104–108.
18. Yuldashev M.P., Batirov E.Kh., Malikov V.M. Flavonoids of the epigeal part of *Scutellaria ramosissima* // *Chem. Nat. Comp.* 1992. Vol. 28. Pp. 151–154.
19. Wang M-H, Li L-Z, Sun J-B, Wu F-H, Liang J-Y. A new antioxidant flavone glycoside from *Scutellaria baicalensis* Georgi // *Natural product research.* 2014. Vol. 28. Pp. 1772–1776.
20. Nikaido T., Ohmoto T., Kinoshita T., Sankawa U., Monache F.D., Botta B., Tomimori T., Miyaichi Y., Shirataki Y., Yokoe I., Komatsu M. Inhibition of Adenosine 3',5'-Cyclic Monophosphate Phosphodiesterase by Flavonoids // *Chem. Pharm. Bull.* 1989. Vol. 37. Pp. 1392–1395.
21. Попова Н.В., Маслова Н.Ф., Дихтярев С.И., Литвиненко В.И. Лекарственные свойства лутеолина. Противовоспалительные и противоаллергические свойства // *Фітотерапія. Часопис.* 2010. №3. С. 43–48.

Поступила в редакцию 6 февраля 2018 г.

После переработки 23 марта 2018 г.

Принята к публикации 2 апреля 2018 г.

Для цитирования: Каримов А.М., Попков А.С., Остроушко Ю.В., Туртаева Р.И., Ботиров Э.Х. Исследование флавоноидов корней *Scutellaria Intermedia* Ророва // *Химия растительного сырья.* 2018. №4. С. 89–94. DOI: 10.14258/jcrpm.2018043728.

Karimov A.M.¹, Popkov A.S.², Ostroushko Y.V.², Turtaeva R.I.², Botirov E.Kh.^{2*} INVESTIGATION OF FLAVONOIDS OF THE ROOT OF THE PLANT SCUTELLARIA INTERMEDIA POPOV

¹Namangan State University, ul. Uychi, 316, Namangan, 716001 (Uzbekistan)

²Surgut State University, ul. Lenina, 1, Surgut, 628412 (Russia), e-mail: botirov-nepi@mail.ru

Plants of the genus *Scutellaria* L. – the skullcap (the Lamiaceae family) on the globe are represented by 360 species, widespread in temperate, subtropical and tropical regions, including Europe, North America and East Asia. They are used in folk medicine and are a source of unique biologically active compounds with valuable pharmacological properties. The article is devoted to the phytochemical study of the flavonoids of the roots of *S. intermedia*. From the ethyl acetate and n-butanol fractions of the 80% ethanol extract of the roots, 6 flavonoids were first isolated. Based on the results of chemical transformations, UV, ¹H, ¹³C NMR and mass spectra, comparison of physicochemical constants with literature data, and comparison with samples of flavonoids isolated from other species of *Scutellaria* L., the compounds obtained wogonine, 5,8-dihydroxy-7-methoxyflavone, 5,7,4'-trihydroxy-6-methoxyflavanone (dihydrohispidulin) 5,6,7,4'-tetrahydro- xiflavane (dihydroscutellarein), luteoline and baicalein 7-O-β-D-ethyl glucuronide.

Keywords: *Scutellaria intermedia* Popov, Lamiaceae, flavones, flavanones, wogonine, 5,8-dihydroxy-7-methoxyflavone, dihydrohispiduline, dihydroscutellareine, luteoline, baikalein 7-O-β-D-ethyl glucuronide.

References

1. Iuzepchuk S.V. *Flora SSSR*. [Flora of the USSR]. Moscow – Leningrad, 1954, vol. XX, pp. 72–225. (in Russ.).
2. *Rastitel'nye resursy SSSR. Tsvetkovye rasteniia, ikh khimicheskii sostav, ispol'zovanie. Semeistva Hippuridaceae-Lobeliaceae*. [Plant resources of the USSR. Flowering plants, their chemical composition, use. Hippuridaceae-Lobeliaceae families]. St. Petersburg, 1991, pp. 85–90. (in Russ.).
3. Shang X., He X., He X., Li M., Zhang R., Fan P., Zhang Q., Jia Z. *J. Ethnopharmacol.*, 2010, vol. 128, pp. 279–313.
4. Malikov V.M., Yuldashev M.P. *Chem. Nat. Comp.*, 2002, vol. 38, pp. 358–406; 2002, vol. 38, pp. 473–519.
5. Karimov A.M., Botirov E.Kh. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*, 2017, vol. 43, no. 7, pp. 691–711.
6. Li-Weber M. *Cancer Treat. Rev.*, 2009, vol. 35, pp. 57–68.
7. Yu J.Q., Liu H.B., Lei J.C., Tan W.J., Hu X.M., Zou G.L. *Phytotherapy Research*, 2007, vol. 21, pp. 817–822.
8. Sonoda M., Nishiyama T., Matsukawa Y., Moriyasu M. *J. Ethnopharmacol.*, 2004, vol. 91, pp. 65–68.
9. Gao Z., Huang K., Yang X., Xu H. *Biochim. Biophys. Acta*, 1999, vol. 1472, no. 3, pp. 643–650.
10. Park H.G., Yoon S.Y., Choi J.Y., Lee G.S., Choi J.H., Shin C.Y., Son K.H., Lee Y.S., Kim W.K., Ryu J.H., Ko K.H., Cheong J.H. *European J. Pharmacology*, 2007, vol. 574, pp. 112–119.
11. Gol'dberg E.D., Dygai A.M., Litvinenko V.I., Popova T.P., Suslov N.I. *Shlemnik baikal'skii. Fitokhimiia i farmakologicheskie svoistva*. [Baikal skullcap. Phytochemistry and pharmacological properties]. Tomsk, 1994, 222 p. (in Russ.).
12. Karimov A.M., Botirov E.Kh. *Chem. Nat. Comp.*, 2015, vol. 51, pp. 764–765.
13. Karimov A.M., Botirov E.Kh. *Chem. Nat. Comp.*, 2016, vol. 52, pp. 907–908.
14. Karimov A.M., Slobodyanyuk T.N., Botirov E.Kh. *Chem. Nat. Comp.*, 2017, vol. 53, pp. 745–746.
15. Karimov A.M., Slobodyanyuk T.N., Botirov E.Kh. *Chem. Nat. Comp.*, 2017, vol. 53, pp. 638–641.
16. Mabry T.T., Markham K.R., Thomas M.B. *The systematic identification of flavonoids*, New-York: Springer-Verlag, 1970, 354 p.
17. Delange D.M., Morales Rico C.L., Canavaciolo V.G., Cuellar A.C., Oliver E.S. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.*, 2015, vol. 30 (2), pp. 104–108.
18. Yuldashev M.P., Batirov E.Kh., Malikov V.M. *Chem. Nat. Comp.*, 1992, vol. 28, pp. 151–154.
19. Wang M-H, Li L-Z, Sun J-B, Wu F-H, Liang J-Y. *Natural product research*, 2014, vol. 28, pp. 1772–1776.
20. Nikaido T., Ohmoto T., Kinoshita T., Sankawa U., Monache F.D., Botta B., Tomimori T., Miyaichi Y., Shirataki Y., Yokoe I., Komatsu M. *Chem. Pharm. Bull.*, 1989, vol. 37, pp. 1392–1395.
21. Popova N.V., Maslova N.F., Dikhtiarev S.I., Litvinenko V.I. *Fitoterapiia. Chasopis*, 2010, no 3, pp. 43–48. (in Russ.).

Received February 6, 2018

Revised March 23, 2018

Accepted April 2, 2018

For citing: Karimov A.M., Popkov A.S., Ostroushko Y.V., Turtaeva R.I., Botirov E.Kh. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2018, no. 4, pp. 89–94. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2018043728.

* Corresponding author.