

УДК 547.9:582.284.5

ЛИПОФИЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ МЫТНИКОВ *PEDICULARIS STRIATA* PALLAS И *PEDICULARIS FLAVA* PALLAS

© Т.П. Кукина^{1*}, И.В. Хан²

¹ Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН, пр. Лаврентьева, 9, Новосибирск, 630090 (Россия),
e-mail: kukina@nioch.nsc.ru

² Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, ул. Золотодолинская, 101, Новосибирск, 630090 (Россия)

Некоторые растения рода *Pedicularis* широко используются в китайской медицине. Многие растения рода мытник могли бы использоваться и в официальной медицине, но недостаточно хорошо изучены. Широкий спектр биоактивных компонентов, включая иридоиды, лигнаны, фенилпропаноиды в гликозидированной форме, флавоноиды, алкалоиды идентифицированы в растениях рода мытник. Исследования *in vitro* и *in vivo* показали, что ряд индивидуальных соединений и цельные экстракты обладают противоопухолевой, гепатопротекторной, антиоксидантной, антигемолитической, антибактериальной активностью и демонстрируют ноотропные свойства. Информация о липофильных компонентах практически отсутствует. Результатом нашего исследования алифатических и тритерпеновых компонентов с помощью ГХ-МС была идентификация 25 нейтральных и 18 кислых компонентов, включая стерины, тритерпеноиды и необычные разветвленные алканы. Основные компоненты нейтральной фракции – β-ситостерин и фитол. Во фракции тритерпеновых спиртов выявлены циклоартенол, 24-метиленициклоартанол, обтузифолиол, стигма-7-ен-3-ол и цитростадиенол. Циклоартенол преобладает в обоих видах сырья. В кислой части преобладают пальмитиновая, линолевая и линоленовая кислоты. В мытнике полосатом значительно содержание мелиссовой и монтановой кислот. Все соединения обнаружены в данном сырье впервые. Идентифицированные соединения могут служить хемотаксономическими маркерами рода *Pedicularis*.

Ключевые слова: экстрактивные вещества, хромато-масс-спектрометрия, разветвленные углеводороды.

Введение

Род *Pedicularis* семейства Orobanchaceae представлен примерно 800 видами, 60 из которых произрастают на территории России [1–7], 36 распространены в Монголии [5]. Некоторые виды используются в народной и особенно в тибетской медицине, а также в качестве декоративных растений. Род мытники *Pedicularis*, первоначально принадлежащий к семейству Scrophulariaceae, ныне отнесен к Orobanchaceae, согласно APG (Angiosperm Phylogeny Group) [6] вместе с паразитирующими и полупаразитирующими растениями. Международный индекс названий растений (International Plant Names Index (<http://www.ipni.org/>)) [7], наоборот, помещает все заразиховые в семейство норичниковых Scrophulariaceae.

Некоторые мытники широко используются в традиционной китайской медицине. Широкий спектр биоактивных компонентов, включая иридоиды, лигнаны, фенилпропаноиды в гликозидированной форме, флавоноиды, алкалоиды идентифицированы в растениях рода мытник. Исследования *in vitro* и *in vivo* показали, что ряд индивидуальных соединений и цельные экстракты обладают противоопухолевой, гепатопротекторной, антиоксидантной, антигемолитической, антибактериальной активностью и демонстрируют ноотропные свойства [8–10].

Многие растения рода мытник могли бы использоваться и в официальной медицине, но недоста-

Кукина Татьяна Петровна – кандидат химических наук,
доцент, старший научный сотрудник,
e-mail: kukina@nioch.nsc.ru

Хан Ирина Владимировна – научный сотрудник,
e-mail: irahan81@gmail.com

точно хорошо изучены [11–13]. Литературные данные отражают ряд биоактивных компонентов, идентифицированных в растениях рода мытник. При этом мытник полосатый (*P. striata*) и мытник

* Автор, с которым следует вести переписку.

желтый (*P. flava*) изучены недостаточно, несмотря на активность их экстрактов [14]. В цветках и листьях *P. flava* идентифицированы иридоидные гликозиды муссаенозид и эуфрозид [11]. Педикулариозид Н, экдистерон 3-О-β-D-галактопиранозид выделены и охарактеризованы из *P. striata*. Педикулариозид А, астеозид, изоастеозид, декаффеоиластеозид, эхинакозид и 8-ацетилгарпагид были найдены в *P. striata* [15–16]. Педикулариозид G, также выделенный из этого растения, показывает ингибирование пролиферации клеток гепатомы человека и антиоксидантную, антимиастатическую, противоопухолевую, антиангиогенную активность [17]. Вербаскозид обнаружен в ряде растений рода *Pedicularis*, в том числе в *P. striata* [17]. Педикулариозиды А, М и N найдены в *P. striata* Pall. ssp. *Arachnoidea* Franch Tsoon [18]. Из липофильных компонентов известны β-ситостерин и эремофилла-10,11-диен-7α,13-диол [19]. Объектом нашего исследования являлись липофильные нейтральные и кислые продукты гидролиза эфирных экстрактов *P. striata* Pall. и *P. flava* Pall.

Экспериментальная часть

Образцы сырья надземной части *Pedicularis striata* Pallas собран 24.06.2014 г, степь, Прихинганье, аймак Дорнод, сумм Сумбэр (Халхгол), окрестности погранзаставы Нумрэг, вблизи реки Нумрэг. N 46°59'29.7", E 119°24'06.7", высота 902 м. *Pedicularis flava* Pallas собран 2.07.2014 г, Аймак Хэнтий, сумм Цэнхэрмандал, перевал Бор-хурни-даваа. N 47°46'40.5", E 108°50'53.4", 1637 м над у.м., Монголия. Оба образца сырья собраны в фазу цветения. Ботаническое отнесение проведено сравнением с гербарными образцами из коллекций Института ботаники Монгольской академии наук и Центрального Сибирского Ботанического Сада СО РАН, Новосибирск. Надземную часть *P. striata* и *P. flava* высушивали в тени, воздушно-сухое сырье после размола экстрагировали в аппарате Сокслета метил-трет-бутиловым эфиром (МТБЭ) аналогично [20]. Пробоподготовка для ГХ-МС включала процедуру гидролиза экстрактов. Далее кислые компоненты анализировали в виде метиловых эфиров [20–21]. Нейтральные компоненты после хроматографического фракционирования на силикагеле [22] анализировали без дериватизации. Хроматографический анализ проведен на приборе Hewlett Packard G 1800 А, как описано ранее [20–22]. Результаты анализа алифатических и тритерпеновых компонентов неомыляемых веществ приведены в таблицах 1 и 2. Результаты анализа алифатических кислых компонентов в свободном и связанном виде сведены в таблицу 3. Для удобства сравнения состава экстрактов данные приведены в мг/100 г сырья (мг%).

Выделение свободных кислот. Экстракт помещали в делительную воронку объемом 250 мл и экстрагировали 2%-ным водным раствором едкого натра с добавлением 10% по объему этанола (4×30 мл). Органический слой отмывали в делительной воронке дистиллированной водой до нейтральной реакции по универсальному индикатору и упаривали досуха на роторном испарителе при давлении 20–30 мм рт. ст., обусловленном применением водоструйного насоса.

Выделение неомыляемых веществ экстрактов. Навеску исследуемого экстракта после отделения свободных кислот растворяли в омыляющей смеси, содержащей 15% едкого кали, 10% дистиллированной воды и 75% этилового спирта по весу, из расчета 10-кратного количества омыляющей смеси по отношению к взятой навеске. Смесь кипятили в колбе с обратным холодильником при интенсивном перемешивании в течение 1.5 ч до исчезновения фракции сложных эфиров, что контролировали с помощью ТСХ. Затем реакционную смесь разбавили водой в 4 раза и экстрагировали в делительной воронке свежеперегранным метил-трет-бутиловым эфиром (4×100 мл). Объединенные эфирные вытяжки отмывали в делительной воронке дистиллированной водой (4×100 мл), сушили над безводным сульфатом натрия и вакуумировали.

Выделение связанных кислот. Реакционную смесь после отделения неомыляемых веществ подкисляли 10%-ной соляной кислотой до pH=2 и экстрагировали свежеперегранным МТБЭ в делительной воронке (4×100 мл). Объединенные эфирные вытяжки промывали дистиллированной водой и вакуумировали на ротационном испарителе до полного удаления растворителя.

Хроматографическая очистка нейтральных соединений. Навеску неомыляемого остатка экстракта 1.2–1.3 г растворили в диэтиловом эфире, смешали с 1.3 г силикагеля. Растворитель удалили на роторном испарителе при нагреве до 30 °С и остаточном давлении 400 мм рт.ст. Разделение фракций неомыляемого остатка проводили на колонке с 15 г силикагеля смесью гексана с повышением содержания МТБЭ от 0 до 50%. Отбор фракций осуществляли в пенициллиновые флаконы объемом 10 мл, собирая по 2.5 мл. Объединение фракций осуществляли в соответствии с результатами, полученными с применением ТСХ, которую проводили на пластинках Silufol с применением смеси петролейного эфира (T_{кп} 40–70 °С) с МТБЭ от 3 : 1

до 1 : 1. Проявление хроматограмм осуществляли смесью этанола, серной кислоты и ванилина в соотношении 90 : 10 : 1. Все фракции, содержащие углеводороды, спирты и стеринны, анализировали при помощи ГХ-МС. Данные по содержанию идентифицированных компонентов в мг% (мг на 100 г сырья) сведены в таблицы 1 и 2.

Обсуждение результатов

Иридоидные, лигнановые и фенилпропаноидные гликозиды, флавоноиды и алкалоиды были ранее обнаружены в растениях рода *Pedicularis*, но информация о липофильных компонентах практически отсутствует. Нами впервые в данных растениях обнаружен ряд алифатических и тритерпеновых компонентов.

В таблице 1 приведен качественный и количественный состав алифатических углеводородов и спиртов.

Из таблицы 1 видно, что 10 *n*-алканов, 4 разветвленных углеводорода, биоактивные сквалены и фитол присутствуют в изученных видах сырья. Эти компоненты впервые обнаружены в растениях рода *Pedicularis* при помощи ГХ-МС. При этом сквален ранее обнаружен в растениях различных семейств [1], а разветвленные алканы 3-метил-пентакозан, 3-метил-гептакозан и 3-метилнонакозан практически не обнаружены среди растительных метаболитов [1].

В таблице 2 приведен качественный и количественный состав тритерпеновых спиртов и стериннов.

ГХ-МС-анализ выявил наличие в исследованном сырье 10 тритерпеноидов и стериннов. Из таблицы видно, что в обоих исследованных видах преобладает β -ситостерин.

В таблице 3 приведен качественный и количественный состав кислых алифатических компонентов экстрактов *Pedicularis striata* Pallas и *Pedicularis flava* Pallas на основании данных ГХ-МС-анализа метиловых эфиров кислот в свободной и связанной форме.

Таблица 1. Качественный и количественный состав алифатических углеводородов и спиртов *Pedicularis striata* Pallas и *Pedicularis flava* Pallas (мг/100 г сырья)

№	Компонент/Образец	<i>Pedicularis flava</i> Pall.	<i>Pedicularis striata</i> Pall.
1	Генэйкозан	0.1	0.5
2	Трикозан	0.9	1.8
3	Тетракозан	0.1	1.3
4	3-Метил-пентакозан	1.3	4.1
5	Пентакозан	5.1	5.4
6	3-Метил-гептакозан	1.6	1.5
7	Гептакозан	11.1	15.4
8	Октакозан	1.1	2.6
9	3-Метил-нонакозан	1.0	0.8
10	Нонакозан	16.1	9.7
11	Триакоктан	0.7	0.6
12	Гентриакоктан	2.6	0.8
13	Дотриакоктан	0.4	0.3
14	Сквален	1.9	1.7
15	Фитол	57.0	48.3

Таблица 2. Качественный и количественный состав тритерпеновых спиртов и стериннов *Pedicularis striata* Pallas и *Pedicularis flava* Pallas (мг/100 г сырья)

№	Компонент/Образец	<i>Pedicularis flava</i> Pall.	<i>Pedicularis striata</i> Pall.
16	Холестерин	0.2	1.9
17	Кампестерин	6.2	5.2
18	Стигмастерин	4.9	12.7
19	β -Ситостерин	109.0	154.0
20	Циклоартенол	12.5	9.4
21	24-Метилциклоартанол	5.4	5.2
22	Обтузифолиол	1.8	0.8
23	Фукостерин	4.6	1.8
24	Стигма-7-ен-3-ол	1.8	1.6
25	Цитростадиенол	6.0	5.1

Таблица 3. Качественный и количественный состав кислот алифатических компонентов экстрактов *Pedicularis striata* Pallas и *Pedicularis flava* Pallas (мг/100 г сырья)

N	Компонент/Образец	<i>Pedicularis flava</i> Pallas		<i>Pedicularis striata</i> Pallas	
		Свободные	Связанные	Свободные	Связанные
26	Миристиновая	7.1	31.1	3.1	20.6
27	Пентадекановая	–*	3.0	–	1.8
28	Пальмитиновая	319.8	127.7	231.2	207.8
29	Пальмитолеиновая	3.1	–	1.8	–
30	Маргариновая	11.9	13.7	3.6	4.3
31	Стеариновая	35.4	16.3	33.4	26.4
32	Олеиновая	26.7	14.8	18.6	12.3
33	Линолевая	47.1	29.0	40.1	50.7
34	Линоленовая	194.1	16.3	74.9	93.6
35	Арахиновая	9.1	8.6	9.5	13.4
36	Генэйкозановая	0.8	1.6	1.5	0.5
37	Бегеновая	10.1	6.9	13.0	12.3
38	Трикозановая	4.6	1.9	3.7	3.7
39	Лигноцериновая	13.4	15.1	7.3	11.2
40	Пентакозановая	–	1.7	1.7	–
41	Церотиновая	7.9	10.1	2.1	7.9
42	Монтановая	9.2	9.0	5.9	23.3
43	Мелиссовая	21.0	12.0	7.0	48.9

* – не обнаружена.

В сырье *Pedicularis striata* Pallas и *Pedicularis striata* Pallas идентифицировано 18 алифатических кислот, среди которых преобладают пальмитиновая, линолевая и линоленовая. Все эти компоненты обнаружены в данном сырье впервые. Как видно из таблиц 2 и 3, компоненты урсанового и олеананового рядов в данном сырье отсутствуют либо находятся за пределами обнаружения.

Выводы

1. Методами хроматомасс-спектрометрии исследован химический состав МТБЭ-экстрактов надземной части мытника желтого *Pedicularis flava* Pallas и мытника полосатого *Pedicularis striata* Pallas. В экстрактах идентифицированы 25 нейтральных компонентов, в том числе углеводороды, алифатические и тритерпеновые спирты, стеринны. 18 алифатических компонентов обнаружены в кислотных фракциях экстрактов.

2. Основной компонент стеринной фракции – β -ситостерин. Его содержание до 154 мг на 100 г воздушно-сухого сырья. Остальные выявленные стеринны – кампестерин, стигмастерин, фукостерин и холестерин. В мытнике желтом кампестерин преобладает над стигмастерином, в мытнике полосатом содержание стигмастерина значительно выше.

3. Во фракции тритерпеновых спиртов выявлены циклоартенол, 24-метиленициклоартанол, обтузифолиол, стигма-7-ен-3-ол и цитростадиенол. Циклоартенол преобладает в обоих видах сырья.

4. В составе углеводородных фракций найдены разветвленные компоненты. Разветвленные алканы 3-метил-пентакозан, 3-метил-гептакозан и 3-метилнонакозан, редко встречающиеся среди растительных метаболитов, могут служить хемотаксономическими маркерами.

Авторы выражают благодарность Химическому сервисному центру коллективного пользования СО РАН и персонально О.И. Сальниковой и Д.А. Каракай за проведение ГХ-МС-анализа.

Список литературы

1. Буданцев Л.А. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. М.; СПб., 2011. Т. 4. 631 с.
2. Выдрина С.Н. *Pedicularis* L. – Мытник // Флора Сибири. Новосибирск, 1996. Т. 12. С. 64–92.
3. Иванина Л.И. Род Мытник – *Pedicularis* L. // Флора европейской части СССР. Л., 1981. Т. 5. С. 288–300.
4. Хан И.В. Род *Pedicularis* L. // Конспект флоры Азиатской России. Новосибирск, 2012. С. 399–403.
5. Urgamal M., Oyuntsetseg B., Nyambayar D., Dulamsuren Ch. Conspectus of the vascular plants of Mongolia. Ulaanbaatar, 2014. 334 p.
6. The Angiosperm Phylogeny Group. An ordinal classification for the families of flowering plants // Annals of the Missouri Botanical Garden. 1998. Vol. 85. N4. Pp. 531–553.

7. The International Plant Names Index. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ipni.org/index.html>
8. Li J., Ge R.C., Zheng R.L., Liu Z.M., Jia Z.J. Antioxidative and chelating activities of phenylpropanoid glycosides from *Pedicularis striata* // Acta Pharmacol. Sin. 1997. Vol. 18. Pp. 77–80.
9. Li J., Zheng R.L., Liu Z.M., Jia Z.J. Scavenging effects of phenylpropanoid glycosides on superoxide and its antioxidant effect // Acta Pharmacol. Sin. 1992. Vol. 13. Pp. 427–430.
10. Li J., Wang P.-F., Zheng R.-L., Liu Z.-M., Jia Z.-J. Protection of Phenylpropanoid glycosides from *Pedicularis* against oxidative hemolysis in vitro // Planta Medica. 1993. Vol. 59. N4. Pp. 315–317.
11. Tunsag J., Batsuren D., Ganpurev B., Sodbayar B., Bayanjargal L., Lübken T., Bauer I., Knölker H.-J. Isolation and Identification of Iridoid Glucosides from *Pedicularis flava* Pall. growing in Mongolia // Nat. Prod. Ind. 2017. Vol. 13. N1. P. 106.
12. Medicinal Plants in Mongolia. Manila: WHO Regional Office for the Western Pacific, 2013. 235 p.
13. Kletter C., Glasl S., Thalhammer T., et al. Traditional Mongolian medicine – a potential for drug discovery // Sci. Pharm. 2008. Vol. 79. Pp. 49–63.
14. Gonchig E., Erdenebat S., Togtoo. O., et al. Antimicrobial activity of Mongolian medicinal plants // Nat. Prod. Sci. 2008. Vol. 14. Pp. 1–5.
15. Liu Z.-M., Jia Z.-J. Phenylpropanoid and iridoid glycosides from *Pedicularis striata* // Phytochemistry. 1991. Vol. 30. N4. Pp. 1341–1344.
16. Berg T., Damtoft S., Jensen S.R., et al. Iridoid glucosides from *Pedicularis* // Phytochemistry. 1985. Vol. 24. Pp. 491–493.
17. Mu P., Gao X., Jia Z.J., Zheng R.L. Natural antioxidant pedicularioside G inhibits angiogenesis and tumorigenesis *in vitro* and *in vivo* // Basic Clin. Pharmacol. Toxicol. 2008. Vol. 102. Pp. 30–34.
18. Jia Z.J., Gao J.J. Phenylpropanoid glycosides from *Pedicularis struata* Pall. ssp. *Arachnoidea* // Phytochemistry. 1993. Vol. 34. Pp. 1188–1190.
19. Gao J.-J., Jia Zh.-J., Codina C. An eremophilane sesquiterpenoid from *Pedicularis striata* Pall. SSP. *Arachnoidea* // Phytochemistry. 1996. Vol. 43. N6. Pp. 1411–1412.
20. Kukina T.P., Elshin I.A., Eltsov I.V. Integration of “willow energy” with extraction technologies // Ecology & Safety. 2017. Vol. 11. Pp. 299–306.
21. Kukina T.P., Elshin I.A., Sal’nikova O.I., Comparative Analysis of Aliphatic, Phenolcarboxylic, and Triterpenic Acids from *Populus nigra* and *Salix alba* Barks // Chem. Nat. Compd. 2017. Vol. 53. N5. Pp. 941–943.
22. Кукина Т.П., Щербakov Д.Н., Геньш К.В., Тулышева Е.А., Сальникова О.И., Гражданников В.Е., Колосова Е.А. Биоактивные компоненты древесной зелени облепихи *Hippophae rhamnoides* L. // Химия растительного сырья. 2016. №1. С. 37–42.

Поступила в редакцию 27 декабря 2018 г.

После переработки 4 марта 2019 г.

Принята к публикации 9 апреля 2019 г.

Для цитирования: Кукина Т.П., Хан И.В. Липофильные компоненты мытников *Pedicularis striata* Pallas и *Pedicularis flava* Pallas // Химия растительного сырья. 2019. №4. С. 113–118. DOI: 10.14258/jcrpm.2019044952.

Kukina T.P.^{1*}, Khan I.V.² LIPOPHILIC CONSTITUENTS OF *PEDICULARIS STRIATA* PALLAS И *PEDICULARIS FLAVA* PALLAS

¹ Novosibirsk Institute of Organic Chemistry N.N. Vorozhtsova SB RAS, pr. Ak. Lavrent'yeva, 9, Novosibirsk, 630090 (Russia), e-mail: kukina@nioch.nsc.ru

² Central Siberian Botanical Garden SB RAS, ul. Zolotodolinskaya, 101, Novosibirsk, 630090 (Russia)

Some species of *Pedicularis* have been widely applied in traditional Chinese medicine. Some plants of *Pedicularis* genus have a great potential for the discovery of new drugs because most of them have not been studied in detail. Extracts from the plants of genus *Pedicularis* have been found to possess antitumor, hepatoprotective, anti-oxidative, antihaemolysis, antibacterial activity, fatigue relief of skeletal muscles, nootropic effect and other activities *in vivo* and *in vitro*. A wide range of chemical components including iridoid glycosides, phenylpropanoid glycosides, lignans glycosides, flavonoids, alkaloids and other polar compounds have been isolated and identified from the genus *Pedicularis*. Information about lipophilic constituents is too poor. The results of our investigations of aliphatic and triterpenoid substances by GC-MS are identification of 25 neutral and 18 acid compounds including sterols, triterpenoids and unusual branched hydrocarbons. Main components of neutral fraction are β -sitosterol and phytol. Triterpenol fraction is found to contain cycloartenol, 24-methylene-cycloartanol, obtusifoliol, stigma-7-en-3-ol and citrostadienol. Cycloartenol prevails in both types of raw material. The main components of acids are palmitic, linoleic and linolenic acids. *Pedicularis striata* contains significant amount of melissic and montanic acids. All compounds were found for the first time in these raw materials. Identified compounds could be potential chemotaxonomic markers for the *Pedicularis* species.

Keywords: extractive substances, gas chromatography-mass-spectrometry, branched hydrocarbons.

References

1. Budantsev L.A. *Rastitel'nyye resursy Rossii: Dikorastushchiye tsvetkovyye rasteniya, ikh komponentnyy sostav i biologicheskaya aktivnost'*. [Plant resources of Russia: Wild flowering plants, their component composition and biological activity]. Moscow, St. Petersburg, 2011, vol. 4, 631 p. (in Russ.).
2. Vydrina S.N. *Flora Sibiri*. [Siberian flora]. Novosibirsk, 1996, vol. 12, pp. 64–92. (in Russ.).
3. Ivanina L.I. *Flora yevropeyskoy chasti SSSR*. [Flora of the European part of the USSR.]. Leningrad, 1981, vol. 5, pp. 288–300. (in Russ.).
4. Khan I.V. *Konspekt flory Aziatskoy Rossii*. [Abstract of flora of Asian Russia]. Novosibirsk, 2012, pp. 399–403. (in Russ.).
5. Urgamal M., Oyuntsetseg B., Nyambayar D., Dulamsuren Ch. *Conspectus of the vascular plants of Mongolia*. Ulaanbaatar, 2014, 334 p.
6. The Angiosperm Phylogeny Group. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 1998, vol. 85, no. 4, pp. 531–553.
7. *The International Plant Names Index*. [Electronic resource]. URL: <http://www.ipni.org/index.html>
8. Li J., Ge R.C., Zheng R.L., Liu Z.M., Jia Z.J. *Acta Pharmacol. Sin.*, 1997, vol. 18, pp. 77–80.
9. Li J., Zheng R.L., Liu Z.M., Jia Z.J. *Acta Pharmacol. Sin.*, 1992, vol. 13, pp. 427–430.
10. Li J., Wang P.-F., Zheng R.-L., Liu Z.-M., Jia Z.-J. *Planta Medica*, 1993, vol. 59, no. 4, pp. 315–317.
11. Tunsag J., Batsuren D., Ganpurev B., Sodbayar B., Bayanjargal L., Lübken T., Bauer I., Knölker H.-J. *Nat. Prod. Ind.*, 2017, vol. 13, no. 1, p. 106.
12. *Medicinal Plants in Mongolia*. Manila: WHO Regional Office for the Western Pacific, 2013, 235 p.
13. Kletter C., Glasl S., Thalhammer T., et al. *Sci. Pharm.*, 2008, vol. 79, pp. 49–63.
14. Gonchig E., Erdenebat S., Togtoo. O, et al. *Nat. Prod. Sci.*, 2008, vol. 14, pp. 1–5.
15. Liu Z.-M., Jia Z.-J. *Phytochemistry*, 1991, vol. 30, no. 4, pp. 1341–1344.
16. Berg T., Damtoft S., Jensen S.R., et al. *Phytochemistry*, 1985, vol. 24, pp. 491–493.
17. Mu P., Gao X., Jia Z.J., Zheng R.L. *Clin. Pharmacol. Toxicol.*, 2008, vol. 102, pp. 30–34.
18. Jia Z.J., Gao J.J. *Phytochemistry*, 1993, vol. 34, pp. 1188–1190.
19. Gao J.-J., Jia Zh.-J., Codina C. *Phytochemistry*, 1996, vol. 43, no. 6, pp. 1411–1412.
20. Kukina T.P., Elshin I.A., Eltsov I.V. *Ecology & Safety*, 2017, vol. 11, pp. 299–306.
21. Kukina T.P., Elshin I.A., Sal'nikova O.I. *Chem. Nat. Compd.*, 2017, vol. 53, no. 5, pp. 941–943.
22. Kukina T.P., Shcherbakov D.N., Gen'sh K.V., Tulysheva Ye.A., Sal'nikova O.I., Grazhdannikov V.Ye., Kolesova Ye.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2016, no. 1, pp. 37–42. (in Russ.).

Received December 27, 2018

Revised March 4, 2019

Accepted April 9, 2019

For citing: Kukina T.P., Khan I.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2019, no. 4, pp. 113–118. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcpm.2019044952.

* Corresponding author.