

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ЭФИРНОГО МАСЛА *PHLOJODICARPUS SIBIRICUS* (STEPH. EX SPRENG.) KOSO-POL. ИЗ ВОСТОЧНОГО ПРИБАЙКАЛЯ И ЕГО АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ

В.В. Тараскин

к.фарм.н., ст. науч. сотрудник, лаборатория химии природных систем, Байкальский институт природопользования СО РАН; ст. преподаватель, кафедра фармации, Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова (г. Улан-Удэ)
E-mail: vvtaraskin@mail.ru;

А.В. Полонова

аспирант, лаборатория химии природных систем, Байкальский институт природопользования СО РАН (г. Улан-Удэ)

С.М. Гуляев

к.м.н., ст. науч. сотрудник, лаборатория экспериментальной фармакологии, Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН (г. Улан-Удэ)

Е.П. Дыленова

аспирант, лаборатория химии природных систем, Байкальский институт природопользования СО РАН (г. Улан-Удэ); ассистент, кафедра фармации, Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова (г. Улан-Удэ)

Ю.Н. Николаев

студент, кафедра фармации, Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова (г. Улан-Удэ)

Ж.А. Тыхеев

аспирант, лаборатория химии природных систем, Байкальский институт природопользования СО РАН; ассистент, кафедра фармации, Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова (г. Улан-Удэ)

Б.М. Урбагарова

аспирант, лаборатория химии природных систем, Байкальский институт природопользования СО РАН; преподаватель, кафедра фармации, Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова (г. Улан-Удэ)

Цель работы – сравнительное исследование состава эфирного масла травы вздутоплодника сибирского прибайкальской популяции и определение его антирадикальной активности. **Материал и методы.** Исследованы трава и корневища и корни вздутоплодника сибирского *Phlojodicarpus sibiricus* (Steph. ex Spreng.) Koso-Pol., произрастающего в Прибайкальском районе Республики Бурятия (побережье озера Байкал), собранные в период плодоношения (июль, 2017 г). Эфирные масла из травы и корневищ и корней выделяли методом перегонки с водяным паром. Содержание эфирного масла находили объемным методом. Качественный состав и относительное количественное содержание компонентов эфирных масел определяли газо-хромато-масс-спектрометрическим методом. Антирадикальную активность эфирных масел устанавливали с использованием ДФПГ-теста. **Результаты.** Основными компонентами эфирного масла травы являются γ -терпинен (14,8%), цис-неролидол (9,84%), гермакрен D (9,70%) и п-цимол (7,04%). Для эфирного масла корневищ и корней основными составляющими являются γ -терпинен (29,60%), терпинолен (22,85%), п-цимол (15,95%) и лимонен (7,64%). Результаты исследования антирадикальной активности эфирных масел показали, что IC_{50} для эфирных масел из надземной части растения составил 13,44 мкг/мл, для эфирных масел из корневищ и корней $IC_{50} = 16,07$ мкг/мл. **Выводы.** Изучен химический состав эфирных масел травы, корневищ и корней вздутоплодника сибирского из прибайкальской популяции. Установлена высокая антирадикальная активность исследованных эфирных масел. Рациональным видится попутное выделение эфирных масел из сырья при получении кумаринсодержащих препаратов.

Ключевые слова: *Phlojodicarpus sibiricus* (Steph. ex Spreng.) Koso-Pol., эфирные масла, антирадикальная активность.

Для цитирования: Тараскин В.В., Полонова А.В., Гуляев С.М., Дыленова Е.П., Николаев Ю.Н., Тыхеев Ж.А., Урбагарова Б.М. Сравнительное исследование состава эфирного масла *Phlojodicarpus sibiricus* (Steph. ex Spreng.) Koso-pol. из восточного Прибайкалья и его антирадикальная активность. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2019;22(12):38–43. <https://doi.org/10.29296/25877313-2019-12-06>

О необходимости детального изучения вздутоплодника сибирского, активно используемого в народной и традиционной медицине, было сообщено авторами ранее. Так, исследования 25% спиртовой настойки подземных органов вздутоплодника сибирского показали выраженный ней-

ропротективный и ноотропный эффект. Достаточный ресурсный потенциал и высокая биологическая активность экстрактов из растений этих видов дает основание для их детального изучения [1, 2].

Вздутоплодник сибирский является фармакопейным растением (ФС 42-2667-89). Он использу-

ется как сырьё для получения препарата «Фловекрин» и «Димидин», которые представляют собой природную смесь дигидросамидина и виснадина. Разработкой указанных препаратов в разное время успешно занимались в ВИЛАР. Основные запасы вздутоплодника сибирского находятся в Забайкальском крае. Бурятские популяции данного вида ранее не изучались.

Сырьем для производства различных лекарственных форм служат корневища и корни этого растения, не используется его надземную часть, также богатая кумаринами, среди которых ценными в плане химических модификаций является биологически активные производные *цис*-келлактона [3–5]. Кроме того, полученные авторами ранее данные о составе эфирных масел травы вздутоплодника сибирского из баргузинской популяции свидетельствуют о высоком содержании эфирных масел в надземной части – до 0,5%, в корневищах и корнях до 1,5% [7]. Однако вопросы стабильности состава эфирных масел в зависимости от места и года сбора растений не изучены.

Ц е л ь р а б о т ы – сравнительное исследование состава эфирного масла травы вздутоплодника сибирского прибайкальской популяции и определение его антирадикальной активности.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили трава, корневища и корни вздутоплодника сибирского *Phlojodicarpus sibiricus* (Steph. ex Spreng.) Koso-pol., произрастающего в Прибайкальском районе Республики Бурятия (побережье озера Байкал), собранные в период плодоношения (июль, 2017 г.). Эфирные масла из травы и корневищ и корней выделяли методом перегонки с водяным паром. Содержание эфирного масла определяли объемным методом. Анализируемую смесь (1–10 мкл) растворяли в 500 мкл ацетона и к полученному раствору добавляли 100 мкл гексанового раствора смеси, содержащей равные весовые количества нормальных углеводородов C₈, C₉ ... C₂₄ суммарной концентрации 0,1%.

Полученные масла исследовали в год сбора растений, методом хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе Agilent 6890 с квадрупольным масс-спектрометром (MSD 5973N) в качестве детектора. Использовали 30-метровую кварцевую колонку HP-5 ms длиной 30 м и внутренним диаметром 0,25 мм, толщиной плёнки 0,25 мкм (сополимер 5% дифенил-95% диметил-

силоксан), газ-носитель – гелий (1,0 мл/мин); температура: испарителя – 280 °С, колонки – 50 °С (2 мин), 50–200 °С (4 °С/мин), 200–280 °С (20 °С/мин), 280 °С (изотерма 5 мин), источника ионов – 150 °С, интерфейса между газовым хроматографом и масс-селективным детектором – 280 °С. Энергия ионизирующих электронов – 70 эВ. Объём пробы – 1 мкл раствора с разделением потока 60:1.

Компоненты исследуемых смесей идентифицировали по полным масс-спектрам, значениям линейных индексов удерживания и по библиотеке хромато-масс-спектрометрических данных летучих веществ растительного происхождения [8]. Процентное содержание компонентов эфирных масел вычисляли по площадям газо-хроматографических пиков без корректирующих коэффициентов.

Антирадикальную активность эфирных масел определяли с использованием ДФПГ-теста. Эфирное масло в концентрациях – 1,0; 2,5; 5,0; 10,0; 20,0; 30,0; 40,0 мкг/мл в 95%-ном этиловом спирте смешивали с 0,004%-ным раствором ДФПГ (95%-ный спирт этиловый). Смесь инкубировали в течение 30 мин в темноте при комнатной температуре. Антирадикальную активность определяли спектрофотометрически при $\lambda = 517$ нм. Показатель антирадикальной активности выражали в процентах ингибирования стабильных ДФПГ-радикалов и высчитывали по формуле:

$$\% \text{ ингибирования ДФПГ-радикалов} = \\ = ((A_0 - A_1) / A_0) \times 100,$$

где A₀ – абсорбция в контроле; A₁ – абсорбция эфирного масла. Показатель IC₅₀ антирадикальной активности эфирного масла определяли методом регрессионного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Выход эфирного масла из надземной части и подземных органов *Ph. sibiricus* составил 1,0 и 2,2% от массы воздушно-сухого сырья соответственно. Цвет масел прозрачный и светло-желтый, с приятным запахом. Методом ГХ/МС в исследуемых образцах эфирных масел обнаружено до 80 компонентов (таблица), представленных ациклическими и ароматическими соединениями, моно- и сесквитерпеноидами. Качественный состав и количественное содержание компонентов эфирных масел травы, корневищ и корней имеют различия. В надземной части идентифицировано 65 соединений (94,38% от общей массы эфирного масла), в

подземных органах – 39 (99,51% от общей массы эфирного масла).

В эфирном масле из травы содержание монотерпеноидов равно 48,21%, сесквитерпеноидов – 39,96%. В корнях на долю монотерпеноидов приходится до 93%. Основными компонентами эфир-

ного масла травы являются γ -терпинен (14,8%), *цис*-неролидол (9,84%), гермакрен D (9,70%) и п-цимол (7,04%). Для эфирного масла корневищ и корней основными составляющими являются γ -терпинен (29,60%), терпинолен (22,85%), п-цимол (15,95%) и лимонен (7,64%).

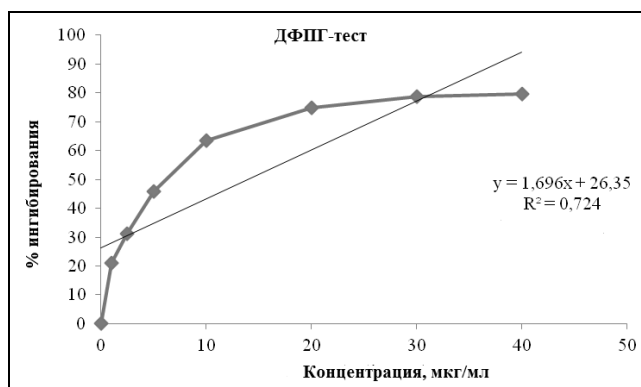
Таблица. Компонентный состав эфирных масел травы, корневищ и корней *Phlajodicarpus sibiricus* по данным ГЖХ-МС, % от суммы компонентов

№	Компонент	RI	R _t , мин	Содержание, %	
				Трава	Корневища и корни
Монотерпеноиды					
<i>Ациклические монотерпеноиды</i>					
1.	β -Мирцен	991	9,45	0,83	1,08
2.	<i>цис</i> - β -Оцимен	1038	11,07	0,27	
3.	<i>транс</i> - β -Оцимен	1048	11,44	0,84	0,10
4.	Линалоол	1100	13,26	0,32	1,31
5.	Цитронеллаль	1154	15,15	0,10	
6.	Цитронеллол	1229	17,77	0,17	
Σ				2,53	2,49
<i>Моноциклические монотерпеноиды</i>					
7.	Толуол	762	3,56	1,55	
8.	α -Фелландрен	1004	9,88	2,31	1,99
9.	α -Терпинен	1017	10,31	0,16	0,23
10.	п-Цимол	1024	10,6	7,04	15,95
11.	Лимонен	1028	10,74	2,56	7,64
12.	β -Фелландрен	1028	10,76	4,48	
13.	γ -Терпинен	1058	11,84	14,80	29,60
14.	Терпинолен	1088	12,86	5,08	22,85
15.	Эпокситерпинолен	1145	14,87		1,93
16.	Терпинен-4-ол	1177	15,98	0,43	
17.	<i>цис</i> -Карвеол	1233	17,85	0,44	1,08
18.	7-Эпи-дегидросесквицинеол	1471	25,7	0,24	
Σ				39,09	81,27
<i>Бициклические монотерпеноиды</i>					
19.	3-Туйен	926	7,36		0,16
20.	α -Пинен	932	7,57	0,23	1,68
21.	Камфен	946	8,03		0,14
22.	Сабинен	973	8,85	0,19	0,40
23.	β -Пинен	975	8,95		0,15
24.	3-Карен	1010	10,09	3,30	5,49
25.	α -Фенхилацетат	1221	17,50	0,20	
26.	Борнилацетат	1287	19,76	2,67	0,53
Σ				6,59	8,55
Сесквитерпеноиды					
<i>Ациклические сесквитерпеноиды</i>					
27.	<i>транс</i> - β -Фарнезен	1458	25,28	0,95	0,17
28.	<i>цис</i> -Неролидол	1535	28,52	9,84	
29.	<i>цис</i> -Даванон	1590	29,17	0,68	
Σ				11,47	0,17

Фармацевтическая химия

Окончание таблицы

<i>Моноциклические сесквитерпеноиды</i>					
30.	β-Элемен	1392	23,26	0,70	0,13
31.	<i>цис</i> -Жасмон	1399	23,46	0,14	
32.	Гумулен	1456	25,20	2,15	
33.	Гермакрен D	1484	26,06	9,70	0,11
34.	α-Зингиберен	1496	26,46	1,02	
35.	Купарен	1507	26,79		0,10
36.	β-Бисаболен	1511	26,85	0,46	0,10
37.	β-Сесквифелландрен	1524	27,31	1,04	0,19
38.	α-Бисаболол	1688	31,87	0,67	
Σ				15,88	0,60
<i>Бициклические сесквитерпеноиды</i>					
39.	Бициклоэлемен	1339	21,47	0,26	
40.	Кариофиллен	1422	24,15	3,44	
41.	<i>транс</i> -α-Бергамотен	1436	24,64	0,18	0,10
42.	α-Акорадиен	1467	25,6	0,19	0,38
43.	γ-Кадинен	1517	25,93	0,73	
44.	Бициклогермакрен	1500	26,53	1,57	
45.	Псевдовидрен	1501	26,61		0,22
46.	Селина-3,7(11)-диен	1543	27,87	0,16	0,14
47.	Кариофиллена оксид	1586	29,08	0,42	
48.	Виридифлорол	1593	29,34	0,22	0,17
49.	τ-Мууролол	1644	30,72	0,17	
50.	α-Кадинол	1658	31,07	0,40	
51.	Эвдесма-4(15),7-диен-1β-ол	1688	31,93	0,87	
Σ				8,61	1,04
<i>Трициклические сесквитерпеноиды</i>					
52.	α-Копаен	1378	22,74	0,61	0,35
53.	β-Бурбонен	1387	23,04	0,35	
54.	α-Барбатен	1410	23,82		0,11
55.	β-Фунебрен	1414	23,97	0,14	0,31
56.	β-Копаен	1432	24,43	0,23	
57.	β-Барбатен	1443	24,85	0,23	0,37
58.	Спатуленол	1580	28,92	1,19	0,13
59.	Минтсульфид	1739	33,35	1,25	
Σ				4,00	1,27
<i>Тетрациклические сесквитерпеноиды</i>					
60.	Циклосативен	1368	22,39		0,09
<i>Ациклические соединения</i>					
61.	Пиранон А	802	5,00	0,29	
62.	н-Гексилбутират	1193	16,54	0,69	
63.	н-Гептилизобутаноат	1248	18,53	0,10	
64.	3-Метилбутилгексаноат	1251	18,63	0,32	
65.	Додеканаль	1409	23,75	0,13	
66.	Цитронеллилбутаноат	1530	27,43	1,43	
Σ				2,96	0
<i>Ароматические соединения</i>					
67.	<i>пара</i> -Цимен-8-ол	1186	16,25	0,43	0,39
68.	Метилвый эфир тимола	1236	18,00	1,35	2,48
69.	Метилвый эфир карвакрола	1245	18,33	0,23	0,30
70.	Тимол	1293	19,94	0,40	
71.	Карвакрол	1302	20,25	0,40	
72.	Диметилвый эфир тимогидрохинона	1424	24,24	0,44	0,86
Σ				3,25	4,03
Σ не идентифицированных				5,62	0,49
Σ всех компонентов				100,00	100,00



Зависимость ингибирования свободных радикалов эфирным маслом из травы вздутоплодника сибирского от его концентрации

Сравнительный анализ эфирных масел из разных популяций показал, что основные составляющие эфирного масла из надземной части растений *Ph. sibiricus* совпадают, с некоторой вариацией их количественного содержания: γ -терпинен (5,38–14,8%), гермакрен D (9,7–17,55%), п-цимол (4,26–7,04%). Похожие результаты получены и для эфирных масел из подземных органов: для баргузинской популяции доминирующими являются γ -терпинен (29,60%), терпинолен (22,85%), п-цимол (15,95%), и для прибайкальской популяции: γ -терпинен (37,86%), терпинолен (30,1%), п-цимол (9,35%).

Поскольку выявлено высокое содержание эфирных масел в исследуемых частях растения, было проведено изучение их антирадикальной активности в ДФПГ-тесте (рисунок). IC_{50} для эфирных масел из надземной части растения составил 13,44 мкг/мл, для эфирных масел из корневищ и корней $IC_{50} = 16,07$ мкг/мл. Полученные высокие значения антирадикальной активности эфирных масел, содержащихся в фармакологически активных водно-спиртовых экстрактах [8], могут отчасти объяснить их нейропротекторную активность.

ВЫВОДЫ

1. Впервые изучен химический состав эфирных масел травы, корневищ и корней вздутоплодника сибирского из прибайкальской популяции.
2. Установлена высокая антирадикальная активность исследованных эфирных масел. Поэтому рациональным видится попутное выделение эфирных масел из сырья, при получении кумаринсодержащих препаратов.

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых № МК-501.2019.4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Taraskin V.V., Radnaeva L.D., Anenkhonov O.A. et al. Fatty acid composition of rhizomes and roots of *Phlojodicarpus sibiricus* and *Ferulopsis hystrix*. Chem. Nat. Compd. 2015; 51: 948–50.
2. Урбанова Е.З., Гуляев С.М., Николаев С.М., Тараскин В.В. Влияние настойки *Phlojodicarpus sibiricus* (Steph. Ex Spreng.) K.-Pol. на пространственную память у крыс при односторонней окклюзии сонной артерии. Электронный научно-образовательный вестник «Здоровье и образование в XXI веке». 2013; 15:25–28.
3. Гантимур Д., Семенов А.А. Кумарины из *Phlojodicarpus sibiricus*. Химия природных соединений. 1981; 1:147–149.
4. Гантимур Д., Сырчина А.И., Семёнов А.А. Новые гликозиды из растений рода *Phlojodicarpus*. Химия природных соединений. 1986; 1:36–39.
5. Гантимур Д., Сырчина А.И., Семенов А.А. Производные келлактона из *Phlojodicarpus sibiricus*. Химия природных соединений. 1986; 3:108–109.
6. Гантимур Д., Сырчина А.И., Семенов А.А. Изоимператорин из *Phlojodicarpus sibiricus*. Химия природных соединений. 1986; 3: 109–110.
7. Тараскин В.В., Раднаева Л.Д., Аненхонов О.А. и др. Состав эфирного масла *Phlojodicarpus sibiricus* (Apiaceae). Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2011; 1(77): 177–180.
8. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. Новосибирск: Офсет. 2008. 969 с.
9. Гуляев С.М. Защитное действие *Phlojodicarpus sibiricus* при ишемии головного мозга. Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2009; 3(67): 172–174.

Поступила 11 сентября 2019 г.

COMPARATIVE STUDY OF THE COMPOSITION OF ESSENTIAL OIL *PHLOJODICARPUS SIBIRICUS* (STEPH. EX SPRENG.) KOSO-POL. FROM THE EASTERN BAIKAL REGION AND ITS ANTI-RADICAL ACTIVITY

© Authors, 2019

V.V. Taraskin

Ph.D. (Pharm.), Senior Research Scientist, Laboratory of Chemistry of Natural Systems, Baikal Institute of Nature Management of the Siberian branch of the RAS; Senior Lecturer, Department of Pharmacy, Banzarov Buryat State University (Ulan-Ude) E-mail: vvtaraskin@mail.ru

A.V. Polonova

Post-graduate Student, Laboratory of Chemistry of Natural Systems,
Baikal Institute of Nature Management Siberian branch of the RAS (Ulan-Ude)

S.M. Gulyaev

Ph.D. (Med.), Senior Research Scientist, Laboratory of Experimental Pharmacology,
Institute of General and experimental biology of the Siberian branch of the RAS (Ulan-Ude)

E.P. Dylenova

Post-graduate Student, Laboratory of Chemistry of Natural Systems,
Baikal Institute of Nature Management Siberian branch of the RAS (Ulan-Ude);
Lecturer, Department of Pharmacy,
Banzarov Buryat State University (Ulan-Ude)

Yu.N. Nikolaev

Department of Pharmacy, Banzarov Buryat State University (Ulan-Ude)

Zh.A. Tykheev

Post-graduate Student, Laboratory of Chemistry of Natural Systems,
Baikal Institute of Nature Management Siberian branch of the RAS;
Assistant, Department of Pharmacy, Banzarov Buryat State University (Ulan-Ude)

B.M. Urbagarova

Post-graduate Student, Laboratory of Chemistry of Natural Systems,
Baikal Institute of Nature Management Siberian branch of the RAS;
Lecturer, Department of Pharmacy, Banzarov Buryat State University (Ulan-Ude)

Aim of the research: a comparative study of the composition of essential oil obtained from the herb, rhizomes and roots of *Phlojodicarpus sibiricus* (Steph. ex Spreng.) Koso-Pol. from the population of Pribaikalsky region and determination of its antiradical activity.

Material and methods. The objects of studying were herb, rhizomes and roots of *Phlojodicarpus sibiricus* (Steph. ex Spreng.) Koso-Pol. growing within the Pribaikalsky region of the Republic of Buryatia (Lake Baikal's coast), collected during bearing stage of growth (July, 2017). Essential oils from the herb, rhizomes and roots were obtained using commonly used method - steam distillation. The content of essential oil was determined using volumetric method. The qualitative composition and relative quantitative content of the components of essential oils was identified by gas-chromato-mass spectrometric method. The analysis of antiradical activity of obtained essential oils was conducted using DPPH-test. **Results.** For the first time the chemical composition of essential oils obtained from herb, rhizomes and roots of *Phlojodicarpus sibiricus* from the population of Pribaikalsky region was studied. According to the results the stability of the composition of essential oils depending on the place of growth was shown. γ -Terpinene (14.8%), cis-Nerolidol (9.84%), Germacrene D (9.70%) and p-Cymol (7.04%) were the main components of essential oil from the herb. In the essential oils from rhizomes and roots the main constituents were γ -Terpinene (29.60%), Terpinolene (22.85%), p-Cymol (15.95%) and Limonene (7.64%). High antiradical activity of the investigated essential oils was established. IC_{50} for essential oils from the aerial part of *Phlojodicarpus sibiricus* was 13.44 $\mu\text{g/ml}$, and from rhizomes and roots - 16.07 $\mu\text{g/ml}$. In addition, high antiradical activity of essential oils contained in pharmacologically active water-alcohol extracts may partly explain their neuroprotective activity. **Conclusion.** The chemical composition of the essential oils obtained from herb, rhizomes and roots of *Phlojodicarpus sibiricus* from the Pribaikalsky population was studied. High antiradical activity of analyzed essential oils was estimated. As a result, we found it rationally to obtain essential oils from the raw material during the development of coumarin-containing remedies.

Key words: *Phlojodicarpus sibiricus* (Steph. ex Spreng.) Koso-Pol., essential oils, anti-radical activity.

For citation: Taraskin V.V., Polonova A.V., Gulyaev S.M., Dylenova E.P., Nikolaev Yu.N., Tykheev Zh.A., Urbagarova B.M. Comparative study of the composition of essential oil *Phlojodicarpus sibiricus* (Steph. Ex Spreng.) Koso-pol. from the eastern Baikal region and its anti-radical activity. Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry. 2019;22(12):38–43. <https://doi.org/10.29296/25877313-2019-12-06>

REFERENCES

1. Taraskin V.V., Radnaeva L.D., Anenkhonov O.A. et al. Fatty-acid composition of rhizomes and roots of *Phlojodicarpus sibiricus* and *Ferulopsis hystrix*. Chem. Nat. Compd. 2015; 51: 948–50.
2. Urbanova E.Z., Gulyaev S.M., Nikolaev S.M., Taraskin V.V. Vliyanie nastojki *Phlojodicarpus sibiricus* (Steph. Ex Spreng.) K.-Pol. na prostranstvennyy pamyat' u krysa pri odnostoronnej okklyuzii sonnoj arterii. Elektronnyj nauchno-obrazovatel'nyj vestnik «Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke». 2013; 15:25–28.
3. Gantimur D., Semenov A.A. Kumarinizy iz *Phlojodicarpus sibiricus*. Himiya prirodnyh soedinenij. 1981; 1:147–149.
4. Gantimur D., Syrchina A.I., Semyonov A.A. Novye glikozidy iz rastenij roda *Phlojodicarpus*. Himiya prirodnyh soedinenij. 1986; 1:36–39.
5. Gantimur D., Syrchina A.I., Semenov A.A. Proizvodnye kellaktona iz *Phlojodicarpus sibiricus*. Himiya prirodnyh soedinenij. 1986; 3:108–109.
6. Gantimur D., Syrchina A.I., Semenov A.A. Izoimperatorin iz *Phlojodicarpus sibiricus*. Himiya prirodnyh soedinenij. 1986; 3: 109–110.
7. Taraskin V.V., Radnaeva L.D., Anenkhonov O.A. i dr. Sostav efirnogo masla *Phlojodicarpus sibiricus* (Apiaceae). Byulleten' VSNC SO RAMN. 2011; 1(77): 177–180.
8. Tkachev A.V. Issledovanie letuchih veshchestv rastenij. Novosibirsk: Ofset. 2008. 969 s.
9. Gulyaev S.M. Zashchitnoe dejstvie *Phlojodicarpus sibiricus* pri ishemii golovnogo mozga. Byulleten' VSNC SO RAMN. 2009; 3(67): 172–174.