

Низкомолекулярные соединения

УДК 547.913: 543.544.32: 615:281

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА ЭФИРНЫХ МАСЕЛ *KITAGAWIA BAICALENSIS* (REDOW. EX WILLD.) PIMENOV

© Ж.А. Тыхеев*, Е.П. Дыленова, В.В. Тараскин, А.С. Тараскина, С.В. Жигжитжапова

Байкальский институт природопользования СО РАН, ул. Сахьяновой, 6,
Улан-Удэ, 670047 (Россия), e-mail: gagarin199313@gmail.com

Kitagawia baicalensis (Redow. Ex. Willd.) Pimenov (Umbelliferae) представляет собой многолетнее монокарпическое растение, имеющее сибирско-монгольский ареал. Отвар цветков и корней используется в тибетской медицине при интоксикациях и как мочегонное средство при отеках. Эфирное масло из надземной части китагавии байкальской, произрастающей на территории Республики Бурятия, было выделено перегонкой водяным паром. Выделенные эфирные масла представляли собой маслянистую жидкость желтого цвета, легче воды, с характерным приятным запахом. Качественный состав и количественное содержание компонентов эфирных масел определяли методом ГХ/МС. В составе эфирных масел идентифицировано 26 соединений, относящихся к ароматическим соединениям, моно- и сесквитерпеноидам. Основными компонентами эфирных масел надземной части китагавии байкальской флоры Бурятии являются лимонен (34.40%), β -мирцен (21.10%), γ -терпинен (12.60%), β -элемен (5.70%), сабинен (5.30%), гермакрен Б (3.20%) и гермакрен Д (3.10%). В общем составе эфирных масел преобладают монотерпеноиды (83.00%). На долю соединений сесквитерпеноидной природы приходится 14.70%. Группа ароматических соединений представлена только *n*-цимолем (2.30%). Определена бактерицидная и бактериостатическая активности эфирных масел в отношении *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica*, *Aspergillus niger*, *Candida albicans*. Наиболее выраженное антибактериальное действие эфирных масел установлено для *Streptococcus pyogenes* (при разведении 1 : 64).

Ключевые слова: *Kitagawia baicalensis*, китагавия байкальская, эфирные масла, антибактериальная активность.

Введение

Несмотря на имеющееся разнообразие лекарственных средств, используемых в настоящее время в фармакотерапии, до сих пор не найдены достаточно эффективные препараты для лечения социально-значимых заболеваний. Так, у бактерий, проникающих в организм человека, существуют детерминанты микробной устойчивости, против которых нет эффективных антибиотиков. В этой связи природные источники представляют собой наилучший ресурс для поиска новых агентов, способных привести к получению эффективных средств для лечения различных заболеваний [1]. Среди различных групп биологически активных веществ (БАВ) природного происхождения особое внимание привлекают вторичные метаболиты, поскольку именно они обладают наибольшим биохимическим сродством к различным рецепторам человека [2]. Терпеновые соединения лежат в основе эфирных масел, сесквитерпеновых лактонов, горечей, смол, сердечных гликозидов, тритерпеновых сапонинов [3].

Эфирные масла растений, которые представляют собой смесь моно- и сесквитерпеноидов, обладают выраженными бактерицидными и фунгицидными свойствами [4–7], противораковой [8, 9], антиоксидантной [10, 11] и противовоспалительной [12] активностями. Применение эфирных масел и фитопрепаратов на их основе имеет ряд преимуществ по сравнению с синтетическими лекарственными препаратами, таких как низкая токсичность, мягкость действия, отсутствие аллергических реакций при терапевтических дозах и небольшое количество противопоказаний [13].

Тыхеев Жаргал Александрович – кандидат фармацевтических наук, заведующий лабораторией, e-mail: gagarin199313@gmail.com

Дыленова Елена Петровна – кандидат фармацевтических наук, старший научный сотрудник, e-mail: edylenova@mail.ru

Тараскин Василий Владимирович – кандидат фармацевтических наук, заведующий лабораторией, e-mail: vvtaraskin@binm.ru

Тараскина Анна Сергеевна – научный сотрудник, e-mail: astaraskina@mail.ru

Жигжитжапова Светлана Васильевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: Zhig2@yandex.ru

* Автор, с которым следует вести переписку.

Kitagawia baicalensis (Redow. Ex. Willd.) Pimenov (= *Peucedanum baicalense* (Redowsky ex Willd.) Koch согласно Catalogue of Life, catalogueoflife.org) относится к роду *Kitagawia* Pimenov семейства Umbelliferae и представляет собой многолетнее монокарпическое растение, высотой 20-90 см с неутолщенными стержневыми корнями, одиночными прямыми стеблями. Указанный вид имеет сибирско-монгольский тип произрастания, отдельные популяции которого встречаются в северо-восточной части Казахстана и Северном Китае [14]. Отвар цветков и корней *K. baicalensis* (lca ba – тиб.) используется в тибетской медицине при интоксикациях и как мочегонное средство при отеках [15, 16].

Основными действующими веществами корней растения считаются фуранокумарины, проявляющие противовоспалительную, противоопухолевую и цитотоксическую активности [17, 18]. Сведения о химическом составе надземной части весьма ограничены. Так, изучен состав эфирных масел растений из Алтайского края и Монголии, основными компонентами которых являются сабинен (до 8.60%), β -мирцен (до 26.00%), лимонен (до 19.34%), γ -терпинен (до 33.35%) [19, 20]. В работе [21] показано, что эфирные масла китагавии байкальской эффективно подавляют способность микроорганизмов образовывать биопленки. Химический состав китагавии байкальской, произрастающей на территории Бурятии, ранее не изучался.

В настоящей работе впервые представлены данные о компонентном составе и антибактериальной активности эфирных масел китагавии байкальской, произрастающей на территории Республики Бурятия.

Экспериментальная часть

Объектом исследования являлись эфирные масла китагавии байкальской. Растения собирали в местах естественного произрастания в августе 2021 г. в период массового цветения (Республика Бурятия, Кижингинский район, долина реки Барун-Ульзуйку). Ваучерный образец был подтвержден д.б.н. О.А. Аненхоновым (Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН – ИОЭБ СО РАН) и хранится в гербарии ИОЭБ СО РАН (UUN019306). Воздушно-сухое сырье (в.с.с.) анализировали в год сбора.

Эфирные масла получали из всей надземной части растения путем перегонки с водяным паром в течение 4 ч в лабораторном перегонном кубе из нержавеющей стали. Эфирные масла отделяли от водного слоя, сушили над безводным Na_2SO_4 , фильтровали и хранили в темном флаконе при 4 °С до использования. Качественный состав и количественное содержание компонентов эфирных масел исследовали на газохромато-масс-спектрометрической системе Agilent 6890/5973N с использованием 30-метровой кварцевой колонки HP-5MS (номер по каталогу 19091S-433). Процентный состав компонентов эфирных масел вычисляли по площадям газохроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Качественный анализ основан на сравнении времен и индексов удерживания, а также полных масс-спектров, библиотеки хромато-масс-спектрометрических данных летучих веществ растительного происхождения [22], и библиотеки масс-спектральных данных NIST14.

Исследование антибактериальной активности эфирных масел проводили в условиях *in vitro*. В качестве тестовых культур использовали грамположительные бактерии *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, грамотрицательные бактерии *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica*, грибы *Candida albicans*, *Aspergillus niger*. Бактериостатическое действие образца эфирных масел определяли методом серийных разведений в стерильной питательной среде №8 ГРМ. Бактерицидное действие образцов определяли путем посева 1 мл содержимого пробирок с серией разведенных растворов образца после инкубирования на чашки с питательной средой №1 ГРМ [23].

Обсуждение результатов

Эфирные масла. Из 850 г измельченной надземной части *K. baicalensis* методом перегонки водяным паром было получено 4.4 мл масла (выход составил 0.52% (V/m) от массы в.с.с.). Выделенные эфирные масла представляли собой маслянистую жидкость желтого цвета, легче воды, с характерным приятным запахом. В составе эфирных масел идентифицировано 26 соединений, относящихся к ароматическим соединениям, моно- и сесквитерпеноидам. В таблице 1 представлены результаты определения качественного состава и количественного содержания компонентов эфирных масел *K. baicalensis* Бурятии (собственные данные), Алтая и Монголии (данные литературы).

Основными компонентами эфирных масел надземной части китагавии байкальской флоры Бурятии являются лимонен (34.40%), β -мирцен (21.10%), γ -терпинен (12.60%), β -элемен (5.70%), сабинен (5.30%),

гермакрен Б (3.20%) и гермакрен Д (3.10%). В общем составе эфирных масел преобладают монотерпеноиды (83.00%). На долю соединений сесквитерпеноидной природы приходится 14.70%. Группа ароматических соединений представлена только *n*-цимол (2.30%).

Таблица 1. Качественный состав и количественное содержание компонентов эфирных масел *K. baicalensis*

RI*	Компонент	Содержание компонентов, %		
		Бурятия	Алтай [19]	Монголия [20]
1	2	3	4	5
<i>∑</i> Ароматические соединения		2.30	1.80	7.25
1024	<i>n</i> -цимол	2.30	1.20	7,25
1239	куминальдегид		0.10	
1244	метил карвакрол		0.50	
<i>∑</i> Ациклические монотерпеноиды		24.30	31.10	21.10
991	β -мирцен	21.00	26.00	18.47
1038	<i>цис</i> - β -оцимен	0.50	1.30	0.32
1048	<i>транс</i> - β -оцимен	2.80	3.60	2.31
1130	алло-оцимен		0.20	
<i>∑</i> Моноциклические монотерпеноиды		50.30	47.50	54.88
1004	α -фелландрен	0.40	0.20	0.94
1014	α -терпинен	0.40	0.40	0.34
1028	лимонен	34.40		19.34
1031	лимонен + β -фелландрен (3:2)		25.00	
1058	γ -терпинен	12.60	20.50	33.35
1088	терпинолен	0.60	0.40	0.24
1101	периллен	0.50		
1137	<i>транс</i> -лимонен оксид	0.90		
1177	терпинеол-4	0.30	0.30	0.67
1245	карвон	0.20		
1290	γ -терпиненаль-7		0.10	
1658	периллил 2-метилбутират		0.20	
1665	периллил изовалерат		0.40	
<i>∑</i> Бициклические монотерпеноиды		8.40	16.20	12.55
931	α -гуйон		0.30	0.29
932	α -пинен	0.80	1.80	4.05
947	камфен	0.50	1.00	0.34
973	сабинен	5.30	8.60	5.95
975	β -пинен	0.80	1.20	1.71
1010	Δ -3-карен		0.10	
1140	<i>транс</i> -лимонен оксид		0.10	
1287	борнил ацетат	1.00	2.10	0.21
1684	сабинил 2-метилбутират		0.30	
1691	сабинил изовалерат		0.70	
<i>Трициклический монотерпеноид</i>			0.10	
926	трициклен		0.10	
<i>Ациклический сесквитерпеноид</i>		0.20		
1573	цитронеллил-2-метилбутаноат	0.20		
<i>∑</i> Моноциклические сесквитерпеноиды		13.50	1.80	2.22
1392	β -элемен	5.70		0.31
1436	γ -элемен	1.20		
1454	α -гумулен		0.10	
1484	гермакрен Д	3.10	1.30	1.21
1508	β -бисаболен		0.40	0.70
1559	гермакрен Б	3.20		
1577	гермакрен Д-4-ол	0.30		
<i>∑</i> Бициклические сесквитерпеноиды		1.00	1.20	1.27
1419	β -кариофиллен		0.60	0.12
1489	химахала-3(12),4-диен	0.70		
	бициклогермакрен			0.13
	γ -кадинен			0.27
1524	δ -кадинен		0.10	0.63
1527	δ -аморфен	0.30		

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5
1582	кариофиллен оксид		0.10	
1594	каротол		0.40	
	α -мууролен			0.12
<i>Трициклический сесквитерпеноид</i>			0.10	0.13
1384	β -боурбонен		0.10	0.13
Σ Монотерпеноидов		83.00	94.90	88.53
Σ Сесквитерпеноидов		14.70	3.10	3.62
Σ Ароматических соединений		2.30	1.80	7.25

*RI, retention indices: приведены экспериментальные для собственных данных, и литературный для образца из Алтая [19].

Сравнительный анализ состава эфирных масел китагавии байкальской флоры Бурятии (собственные данные), Алтая и Монголии (данные литературы) показал значительные сходства в групповом составе. Наибольшим разнообразием компонентов отличается образец из Алтая – 36 компонентов, в то время как в образцах из Бурятии и Монголии обнаружено 26 и 25 компонентов соответственно. Во всех маслах преобладают соединения монотерпеновой природы: Бурятия – 83.00%; Алтай – 94.90% и Монголия – 88.53%. Наибольшее содержание компонентов сесквитерпеновой природы обнаружено в образце из Бурятии – до 14.70%, для образцов из Алтая и Монголии оно составило 3.10 и 3.62%, соответственно. Группа ароматических соединений представлена *n*-цимол, куминальдегидом и метил карвакролом. Во всех образцах обнаружен *n*-цимол, наибольшее его содержание обнаружено в образце из Монголии – 7.25%, наименьшее – в образце из Алтая – 1.20%. Доминирующими компонентами эфирных масел всех образцов являются *n*-цимол (до 7.25%), сабинен (до 8.60%), β -мирцен (до 26.00%), γ -терпинен (до 33.35%) и лимонен (до 34.40%). Основное отличие образцов заключается в содержании минорных компонентов. Так, только в образце из Бурятии обнаружены монотерпеноиды – карвон (0.20%), периллен (0.50%), *транс*-лимонен оксид (0.90%) и сесквитерпеноиды – цитронеллил-2-метилбутаноат (0.20%), гермакрен Д-4-ол (0.30%), δ -аморфен (0.30%), химахала-3(12),4-диен (0.70%), γ -элемен (1.20%) и гермакрен Б (3.20%). Только в образце из Монголии – α -мууролен (0.12%), бициклогермакрен (0.13%) и γ -кадинен (0.27%). Наибольшим количеством минорных соединений отличается образец Алтая: ароматические соединения – куминальдегид (0.10%), метил карвакрол (0.50%); монотерпеноиды – γ -терпинен-7-аль (0.10%), Δ -3-карен (0.10%), *транс*-лимонен оксид (0.10%), трициклен (0.10%), алло-оцимен (0.20%), периллил 2-метилбутират (0.20%), сабинил 2-метилбутират (0.30%), периллил изовалерат (0.40%), сабинил изовалерат (0.70%); сесквитерпены: α -гумулен (0.10%), кариофиллен оксид (0.10%) и каротол (0.40%).

Таким образом, вне зависимости от места произрастания основные компоненты эфирных масел остаются постоянными и представлены сабинином, β -мирценом, лимоненом и γ -терпиненом.

Антибактериальная и противогрибковая активности. В условиях эксперимента установлены минимальные бактериостатическая и бактерицидная концентрации эфирных масел китагавии байкальской в отношении грамположительных бактерий *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, грамотрицательных бактерий *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica*, грибов *Aspergillus niger*, *Candida albicans*. В таблице 2 представлены результаты учета определения наличия/отсутствия роста микроорганизмов при добавлении эфирных масел разного разведения. Наименьшая концентрация с отсутствием роста в пробирках с серией разведений растворов образцов является минимальной бактериостатической концентрацией образцов. Наименьшая концентрация с отсутствием роста колоний после инкубации на чашках с питательными средами после пересева из пробирок с серией разведений образцов является минимальной бактерицидной концентрацией образцов.

Цельное масло проявило бактериостатическую и бактерицидную активности в отношении всех исследованных микроорганизмов. Для большинства исследованных микроорганизмов минимальная бактериостатическая и бактерицидная концентрации эфирного масла одинаковы. Так, в отношении *Bacillus cereus* они на уровне разведения 1 : 2; *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Candida albicans* – 1 : 8; *Staphylococcus aureus* – 1 : 16; *Streptococcus pyogenes* – 1 : 64. В отношении *Salmonella enterica* минимальная бактериостатическая концентрация составила 1 : 8, в то время как минимальная бактерицидная концентрация – 1 : 4. Для *Aspergillus niger* минимальная бактериостатическая концентрация составила 1 : 4, минимальная бактерицидная концентрация – 1 : 2. Наиболее выраженное антибактериальное действие эфирных масел установлено для *Streptococcus pyogenes* (при разведении 1 : 64).

Таблица 2. Бактериостатическая и бактерицидная активности эфирных масел *Kitagawia baicalensis*

Кратность разведения	Цельное масло	1 : 2	1 : 4	1 : 8	1 : 16	1 : 32	1 : 64	1 : 128	1 : 256
<i>Bacillus cereus</i>									
Бактериостатическая	–	–	+	+	+	+	+	+	+
Бактерицидная	–	–	+	+	+	+	+	+	+
<i>Staphylococcus aureus</i>									
Бактериостатическая	–	–	–	–	–	+	+	+	+
Бактерицидная	–	–	–	–	–	+	+	+	+
<i>Streptococcus pyogenes</i>									
Бактериостатическая	–	–	–	–	–	–	–	+	+
Бактерицидная	–	–	–	–	–	–	–	+	+
<i>Escherichia coli</i>									
Бактериостатическая	–	–	–	–	+	+	+	+	+
Бактерицидная	–	–	–	–	+	+	+	+	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>									
Бактериостатическая	–	–	–	–	+	+	+	+	+
Бактерицидная	–	–	–	–	+	+	+	+	+
<i>Salmonella enterica</i>									
Бактериостатическая	–	–	–	–	+	+	+	+	+
Бактерицидная	–	–	–	+	+	+	+	+	+
<i>Aspergillus niger</i>									
Бактериостатическая	–	–	–	+	+	+	+	+	+
Бактерицидная	–	–	+	+	+	+	+	+	+
<i>Candida albicans</i>									
Бактериостатическая	–	–	–	–	+	+	+	+	+
Бактерицидная	–	–	–	–	+	+	+	+	+

Примечание: «+» – наличие роста микроорганизма, «–» – отсутствие роста микроорганизма.

Выводы

В эфирных маслах китагавии байкальской флоры Бурятии идентифицировано 26 компонентов преимущественно терпеновой природы. Основными монотерпеновыми соединениями являются β -мирцен, лимонен, γ -терпинен, сабинен, сесквитерпеновые – β -элемен, гермакрен Д и гермакрен Б. Эфирные масла китагавии байкальской обладают антибактериальной активностью по отношению к грамположительным, грамотрицательным бактериям, грибам. Наиболее выраженное антибактериальное действие эфирных масел установлено для *Streptococcus pyogenes*. Таким образом, впервые определён компонентный состав эфирных масел китагавии байкальской флоры Бурятии и исследована его антибактериальная активность.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках государственного задания БИП СО РАН, по направлению работ МНОЦ «Байкал», с использованием оборудования ЦКП БИП СО РАН. Выражаем благодарность биологу бактериологической лаборатории ГАУЗ РК БСМП им. В.В. Ангапова Даргееву Д.А. за помощь в проведении антибактериальной активности и д.б.н., заведующему лабораторией флористики и геоботаники ИОЭБ СО РАН Аненхонову О.А. за помощь в определении видовой принадлежности растения.

Список литературы

1. Newman D.J., Cragg G.M. Natural products as sources of new drugs over the nearly four decades from 01/1981 to 09/2019 // *Journal of Natural Products*. 2020. Vol. 83. N3. Pp. 770–803.
2. Bhuiyan F.R., Howlader S., Raihan T., Hasan M. Plant metabolites: possibility of natural therapeutics against COVID-19 pandemic // *Frontiers in Medicine*. 2020. Vol. 7. N444. Pp. 1–26.
3. Семенов А.А., Карцев В.Г. Основы химии природных соединений. М., 2009. Т. 1. 624 с.
4. Атажанова Г.А. Терпеноиды эфирных масел растений. Распространение, химическая модификация и биологическая активность. М., 2008. 288 с.
5. Benarfa A., Gourine N., Harrat M., Yousfi M. Composition and biovariability of *Deverra scoparia* volatile oil and its potential use as a source of bioactive phthalide components // *Biochemical Systematics and Ecology*. 2020. Vol. 90. 104019.
6. Коваленко Н.А., Супиченко Г.Н., Ахрамович Т.И., Шутова А.Г., Леонтьев В.Н. Антибактериальная активность эфирного масла *Agastache aurantiaca* // *Химия растительного сырья*. 2018. №2. С. 63–70.

7. Коваленко Н.А., Ахрамович Т.И., Супиченко Г.Н., Сачивко Т.В., Босак В.Н. Антибактериальная активность эфирных масел иссопа лекарственного // Химия растительного сырья. 2019. №1. С. 191–199.
8. Zhang J., Li L., Kim S.-H., Hagerman A.E., Lu J. Anti-cancer, anti-diabetic and other pharmacologic and biological activities of penta-galloyl-glucose // Pharmaceutical Research. 2009. Vol. 26. N9. Pp. 2066–2080.
9. Dahham S.S., Tabana Y.M., Iqbal M.A., Ahamed M.B.K., Ezzat M.O., Majid A.S.A., Majid A.M.S.A. The anticancer, antioxidant and antimicrobial properties of the sesquiterpene beta-Caryophyllene from Essential oil of *Aquilaria crassna* // Molecules. 2015. Vol. 20. N7. Pp. 11808–11829.
10. Amorati R., Foti M.C., Valgimigli L. Antioxidant activity of essential oils // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2013. Vol. 61. N46. Pp. 10835–10847.
11. Zhigzhitzhapova S.V., Dylenova E.P., Gulyaev S.M., Randalova T.E., Taraskin V.V., Tykheev Zh.A., Radnaeva L.D. Composition and antioxidant activity of the essential oil of *Artemisia annua* L. // Natural Product Research. 2020. Vol. 34. N18. Pp. 2668–2671.
12. Miguel M.G. Antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils: a short review // Molecules. 2010. Vol. 15. N12. Pp. 9252–9287.
13. Гуринович Л.К. Эфирные масла: химия, анализ и применение. М., 2005. 192 с.
14. Пименов М.Г., Остроумова Т.А. Зонтичные (*Umbelliferae*) России. М., 2012. 477 с.
15. Гаммерман А.Ф., Семичев Б.В. Словарь тибетско-латино-русских названий лекарственного растительного сырья, применяемого в тибетской медицине. Улан-Удэ, 1963. 84 с.
16. Асеева Т.А., Дашиев Д.Б., Дашиев А.Д., Николаев С.М., Суркова Н.А., Чехирова Г.В., Юрина Т.А. Тибетская медицина у бурят. Новосибирск, 2008. 324 с.
17. Растительные ресурсы России. Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 3. Семейства Fabaceae-Ariaceae / отв. ред. А.Л. Буданцев. СПб; М., 2010. 601 с.
18. Ganbaatar Zh., Shul'ts E.E., Petrova T.N., Shakirov M.M., Otgonsuren D., Pokrovskii A.G., Tolstikov G.A. Furocoumarins from *Peucedanum baicalense* of Mongolia flora and their cytotoxic activity // Chemistry of Natural Compounds. 2013. Vol. 49. N1. Pp. 99–102.
19. Letchamo W., Korolyuk E.A., Tkachev A.V. Chemical screening of volatile oil bearing flora of Siberia VI. Composition of the essential oil of *Kitagawia baicalensis* (Redow. ex Willd.) Pimenov flowering tops from Altai region // Journal of Essential Oil Research. 2005. Vol. 17. N5. Pp. 577–578.
20. Nyamsaikhan Ch., Altansetseg Sh., Zhigzhitzhapova S.V., Radnaeva L.D., Shatar S., Javzmaa N. Volatile constituents of wild growing *Peucedanum baicalense* (Redow) C. Koch from Mongolia // Mongolian Journal of Chemistry and Chemical Engineering. 2013. Vol. 2. Pp. 51–53.
21. Карташова О.Л., Уткина Т.М., Попова Л.П. Регуляция антилизоцимной активности микроорганизмов и их способности образовывать биопленки эфирными маслами лекарственных растений // Вестник ОГУ. 2014. №13. С. 45–49.
22. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. Новосибирск, 2008. 969 с.
23. Государственная фармакопея СССР. XI издание. М., 1990. Т. 2. 385 с.

Поступила в редакцию 11 апреля 2022 г.

После переработки 27 апреля 2022 г.

Принята к публикации 6 мая 2022 г.

Для цитирования: Тыхеев Ж.А., Дыленова Е.П., Тараскин В.В., Тараскина А.С., Жигжитжапова С.В. Химический состав и антимикробные свойства эфирных масел *Kitagawia baicalensis* (Redow. ex Willd.) Pimenov // Химия растительного сырья. 2022. №4. С. 133–140. DOI: 10.14258/jcrpm.20220411270.

Tykheev Zh.A.*, Dylenova E.P., Taraskin V.V., Taraskina A.S., Zhigzhitzhapova S.V. CHEMICAL CONSTITUENTS AND ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF *KITAGAWIA BAICALENSIS* (REDOW. EX WILLD.) PIMENOV ESSENTIAL OILS

Baikal Institute of Nature Management SB RAS, ul. Sakhyanovoy, 6, Ulan-Ude, 670047 (Russia),
e-mail: gagarin199313@gmail.com

Kitagawia baicalensis (Redow. ex Willd.) Pimenov (Umbelliferae) is a perennial monocarpic plant with Siberian-Mongolian type of habitats. Decoction of flowers and roots has been used in Tibetan medicine for intoxication and as diuretic agent to treat edema. The essential oils of the aerial part of *K. baicalensis* growing within the territory of the Republic of Buryatia were obtained by steam distillation method. The isolated essential oils were yellow oily liquids, lighter than water, with characteristic pleasant odour. The qualitative composition and quantitative content of the components of essential oils were determined by GC/MS. 26 compounds with aromatic, mono- and sesquiterpenoid structures were identified in the composition of essential oils. The main components of the essential oils of the aerial part of the *Kitagawia baicalensis* from Buryatia were limonene (34.40%), β -myrcene (21.10%), γ -terpinene (12.60%), β -elemen (5.70%), sabinene (5.30%), germacren B (3.20%) and germacrene D (3.10%). Monoterpenoids (83.00%) predominated in general composition of essential oils. The content of compounds with sesquiterpenoid structure was 14.70%. The group of aromatic compounds was represented only by *p*-cymene (2.30%). Bactericidal and bacteriostatic activities of essential oils against *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica*, *Aspergillus niger*, *Candida albicans* were determined in this paper. The most pronounced antibacterial effect of essential oils was found against *Streptococcus pyogenes* (1 : 64 dilution).

Keywords: *Kitagawia baicalensis*, essential oils, antibacterial activity.

References

1. Newman D.J., Cragg G.M. *Journal of Natural Products*, 2020, vol. 83, no. 3, pp. 770–803.
2. Bhuiyan F.R., Howlader S., Raihan T., Hasan M. *Frontiers in Medicine*, 2020, vol. 7, no. 444, pp. 1–26.
3. Semenov A.A., Kartsev V.G. *Osnovy khimii prirodnikh soyedineniy*. [Fundamentals of chemistry of natural compounds]. Moscow, 2009, vol. 1, 624 p. (in Russ.).
4. Atazhanova G.A. *Terpenoidy efirnykh masel rasteniy. Rasprostraneniye, khimicheskaya modifikatsiya i biologicheskaya aktivnost'*. [Terpenoids of plant essential oils. Distribution, chemical modification and biological activity]. Moscow, 2008, 288 p. (in Russ.).
5. Benarfa A., Gourine N., Harrat M., Yousfi M. *Biochemical Systematics and Ecology*, 2020, vol. 90, 104019.
6. Kovalenko N.A., Supichenko G.N., Akhramovich T.I., Shutova A.G., Leont'yev V.N. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2018, no. 2, pp. 63–70. (in Russ.).
7. Kovalenko N.A., Akhramovich T.I., Supichenko G.N., Sachivko T.V., Bosak V.N. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2019, no. 1, pp. 191–199. (in Russ.).
8. Zhang J., Li L., Kim S.-H., Hagerman A.E., Lu J. *Pharmaceutical Research*, 2009, vol. 26, no. 9, pp. 2066–2080.
9. Dahham S.S., Tabana Y.M., Iqbal M.A., Ahamed M.B.K., Ezzat M.O., Majid A.S.A., Majid A.M.S.A. *Molecules*, 2015, vol. 20, no. 7, pp. 11808–11829.
10. Amorati R., Foti M.C., Valgimigli L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2013, vol. 61, no. 46, pp. 10835–10847.
11. Zhigzhitzhapova S.V., Dylenova E.P., Gulyaev S.M., Randalova T.E., Taraskin V.V., Tykheev Zh.A., Radnaeva L.D. *Natural Product Research*, 2020, vol. 34, no. 18, pp. 2668–2671.
12. Miguel M.G. *Molecules*, 2010, vol. 15, no. 12, pp. 9252–9287.
13. Gurinovich L.K. *Efirnyye masla: khimiya, analiz i primeneniye*. [Essential oils: chemistry, analysis and application]. Moscow, 2005, 192 p. (in Russ.).
14. Pimenov M.G., Ostroumova T.A. *Zontichnyye (Umbelliferae) Rossii*. [Umbelliferae (Umbelliferae) of Russia]. Moscow, 2012, 477 p. (in Russ.).
15. Gammerman A.F., Semichev B.V. *Slovar' tibetsko-latino-russkikh nazvaniy lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya, primenyayemogo v tibetskoy meditsine*. [Dictionary of Tibetan-Latin-Russian names of medicinal plant materials used in Tibetan medicine]. Ulan-Ude, 1963, 84 p. (in Russ.).
16. Aseyeva T.A., Dashiye D.B., Dashiye A.D., Nikolayev S.M., Surkova N.A., Chekhirova G.V., Yurina T.A. *Tibetskaya meditsina u buryat*. [Tibetan medicine among the Buryats]. Novosibirsk, 2008, 324 p. (in Russ.).
17. *Rastitel'nyye resursy Rossii. Dikorastushchiye tsvetkovyye rasteniya, ikh komponentnyy sostav i biologicheskaya aktivnost'*. T. 3. *Semeystva Fabaceae-Apiaceae* [Plant resources of Russia. Wild flowering plants, their composition and biological activity. Vol. 3. Fabaceae-Apiaceae families], ed. A.L. Budantsev. St. Petersburg; Moscow, 2010, 601 p. (in Russ.).
18. Ganbaatar Zh., Shul'ts E.E., Petrova T.N., Shakirov M.M., Otgonsuren D., Pokrovskii A.G., Tolstikov G.A. *Chemistry of Natural Compounds*, 2013, vol. 49, no. 1, pp. 99–102.
19. Letchamo W., Korolyuk E.A., Tkachev A.V. *Journal of Essential Oil Research*, 2005, vol. 17, no. 5, pp. 577–578.
20. Nyamsaikhan Ch., Altansetseg Sh., Zhigzhitzhapova S.V., Radnaeva L.D., Shatar S., Javzmaa N. *Mongolian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 2013, vol. 2, pp. 51–53.
21. Kartashova O.L., Utkina T.M., Popova L.P. *Vestnik OGU*, 2014, no. 13, pp. 45–49. (in Russ.).

* Corresponding author.

22. Tkachev A.V. *Issledovaniye letuchikh veshchestv rasteniy*. [Study of volatile substances of plants]. Novosibirsk, 2008, 969 p. (in Russ.).
23. *Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR. XI izdaniye*. [State Pharmacopoeia of the USSR. XI ed.]. Moscow, 1990, vol. 2, 385 p. (in Russ.).

Received April 11, 2022

Revised April 27, 2022

Accepted May 6, 2022

For citing: Tykheev Zh.A., Dylenova E.P., Taraskin V.V., Taraskina A.S., Zhigzhitzhapova S.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2022, no. 4, pp. 133–140. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20220411270.