

УДК 547.913+543.544.32

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭКСТРАКТОВ И ЭФИРНОГО МАСЛА *ALHAGI PERSARUM*, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В УЗБЕКИСТАНЕ, И ИХ АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ

© С.З. Нишанбаев*, Х.М. Бобакулов, Б.С. Охундаев, С.А. Сасмаков, Н.Д. Абдуллаев, С.Ф. Арипова

Институт химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз,
ул. Мирзо Улугбека, 77, Ташкент, 100170 (Республика Узбекистан),
e-mail: sabir78@rambler.ru

Проведено исследование летучих соединений методом хромато-масс-спектрального анализа гексанового и бензольного экстрактов, а также анализ состава эфирных масел, полученных методами паро- и гидродистилляции из наземной части *Alhagi persarum* Boiss. & Buhse, собранной в период массового цветения в Ферганской области Республики Узбекистан.

В результате проведенных исследований в составе гексанового и бензольного экстрактов обнаружено 44 компонента, среди которых преобладают: неопитадиен (44.0%), гексагидрофарнезил ацетон (20.5%), фитол (17.1%), дигидроактинидиол (2.0%), α -туйон (32.1%) и β -туйон (9.8%), камфора (30.5%). В составе эфирных масел, полученных методами паро- и гидродистилляции, идентифицировано 69 и 56 соединений соответственно. Доминирующими компонентами являются эвкалиптол (4.7 и 2.9%), α -туйон (44.0 и 35.3%) и β -туйон (17.1 и 14.3%), камфора (12.7 и 28.2%).

Проведен *in vitro* скрининг на антибактериальную и противогрибковую активность экстрактов, а также эфирных масел из *Alhagi persarum*. Среди исследованных образцов наивысшей антимикробной активностью в отношении *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* и *Candida albicans* обладает эфирное масло, полученное методом пародистилляции.

Ключевые слова: *Alhagi persarum*, Fabaceae, компоненты, эфирное масло, хромато-масс-спектральный анализ, антимикробная активность.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке программы фундаментальных научных исследований АН РУз (грант ТА-ФА-Ф7-008, ВА-ФА-Ф-6-010 и ФА-Ф6-Т198).

Введение

Нишанбаев Сабир Зарипбаевич – кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории химии кумаринов и терпеноидов, e-mail: sabir78@rambler.ru

Бобакулов Хайрулла Мамадиевич – кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории физических методов исследований, e-mail: khaygulla@rambler.ru

Охундаев Баходир Сотволдиевич – стажер-исследователь лаборатории химии кумаринов и терпеноидов, e-mail: boxundedayev@mail.ru

Сасмаков Собирджан Анарматович – кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики, e-mail: sasmakov@web.de

Абдуллаев Насрулла Джалилович – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физических методов исследований, e-mail: n_abdullaev@rambler.ru

Арипова Салимахон Фазиловна – доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории химии алкалоидов, e-mail: salima_aripova@mail.ru

Alhagi persarum Boiss. & Buhse – янтак персидский (верблюжья колючка персидская), сорный колючий многолетний полукустарник, относящийся к семейству бобовых – *Fabaceae* Lindl. (*Leguminosae* Juss.). Верблюжья колючка предпочитает сухие степи, щебнистые и глинистые полупустыни и пустыни. В пределах Узбекистана этот вид произрастает в слабозасоленных и глинистых почвах равнин и предгорий, в понижениях, поймах рек, на песках, реже на залежах, заброшенных землях, по берегам сухих каналов [1]. В отличие от повсеместно распространенных видов *Alhagi pseudalhagi* (M.Bieb.) Desv.ex Shap. и *Alhagi kirghisorum* Schrenk. *Alhagi persarum* на территории страны встречается, главным образом, в освоенных районах Ферганской, Кашкадарьинской, Сурхандарьинской и Сырдарьинской областей Узбекистана [2].

* Автор, с которым следует вести переписку.

В народной медицине водные извлечения и отвар травы верблюжьей колючки персидской пьют при энтероколитах, дизентериях, диспепсии, гастритах, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, а также как диуретическое, потогенное, смягчительное при катарах верхних дыхательных путей, при мигрени, помутнении роговицы глаз и для лечения ревматизма. При клинических испытаниях доказана их эффективность при лечении дизентерии, энтероколита, энтерита, диспепсии. Они способствуют улучшению репаративных процессов, нормализации моторно-эвакуаторной деятельности желудка, вызывают торможение секреторной, кислото- и ферментообразующей функции желудка при язвенной болезни. Компрессы оказывают противовоспалительное действие, снижают кожную гиперемию, уменьшают проницаемость кожных капилляров, вызывают свертывание плазмы и агглютинацию эритроцитов у животных [3].

Согласно предыдущим исследованиям, растения рода *Alhagi* являются богатым источником новых антимикробных и химиотерапевтических средств [4–6]. Ранее сообщалось, что различные экстракты из *Alhagi pseudalhagi* проявляют заметную антибактериальную активность в отношении различных бактериальных штаммов [7].

Из литературы известно, что химический состав неполярных экстрактов и эфирных масел (ЭМ) *Alhagi persarum*, а также их антимикробная активность ранее не изучались.

Вследствие этого целью данного исследования является изучение летучих компонентов, а также эфирного масла надземной части *Alhagi persarum* и определение их антимикробной активности.

Экспериментальная часть

Экстракция и получение эфирных масел. Для проведения исследования надземная часть *Alhagi persarum* была собрана в период цветения в Сырдарьинской области Республики Узбекистан. Видовую принадлежность определил канд. биол. наук Н.Ю. Бешко – сотрудник Института ботаники АН РУз путем сопоставления собранных гербарных образцов с гербарными материалами, хранящимися в Центральном гербарии Узбекистана (объединенные гербарии Ташкентского государственного университета и Института ботаники АН РУз).

Экстракция надземной части *Alhagi persarum* проведена гексаном и бензолом (1 г, в соотношении 1 : 6 (вес-объем) при комнатной температуре. ЭМ извлекали из мелкоизрубленной надземной части методом паро- и гидродистилляции в течение 3–4 ч. Масло отделяли от воды с использованием *n*-гексана, сушили над безводным Na_2SO_4 , а затем перед анализом ГХ-МС хранили при 4 °С в плотно закрытых флаконах. Полученное ЭМ *Alhagi persarum* представляет собой бледно-желтую подвижную жидкость со специфическим запахом.

Анализ полученных экстрактов и эфирных масел проводили на хромато-масс-спектрометре Agilent 5975C inert MSD / 7890A GC. Разделение компонентов смеси проводили на кварцевой капиллярной колонке Agilent HP-INNOWax (30м×250µм×0.25µм) в температурном режиме: 50 °С (1 мин) – 4 °С/мин до 200 °С (6 мин) – 15 °С/мин до 250 °С (15 мин). Объем вносимой пробы – 0.2 µl (гексан, бензол), скорость потока подвижной фазы – 1.1 мл/мин. Температура инжектора 220 °С. EI-MS спектры были получены в диапазоне *m/z* 10–550 а.е.м. Компоненты идентифицировали на основании сравнения характеристик масс-спектров с данными электронных библиотек W9N11.L, W8N05ST.L и NIST08 и сравнения индексов удерживания (*RI*) соединений, определенного по отношению времени удерживания смеси *n*-алканов ($\text{C}_9\text{--C}_{24}$), а также сравнения их масс-спектральной фрагментации с таковыми, описанными в литературе [8].

Определение антибактериальной и противогрибковой активности

Тест-микροорганизмы: для определения антимикробной активности были использованы следующие штаммы микроорганизмов: грамположительные бактерии – *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Bacillus subtilis* (RKMUz-5); грамотрицательные – *Escherichia coli* (RKMUz-221), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27879) и один условно-патогенный грибок *Candida albicans* (RKMUz-247).

Использовался модифицированный агар-диффузионный метод [9, 10]. Суспензию бактериальных клеток подготавливали из суточной субкультуры соответствующего штамма с 1×10^6 колоний в мл. Стерильный питательный агар (LB Agar, Invitrogen, USA, 25 г агар/л дисстиллированной воды) инокулировали бактериальными клетками (200 µl бактериальных клеток в 2 мл 0.9% NaCl суспензии и 20 мл среды) и выливали в чашки Петри для получения твердой фазы *Candida albicans* (1×10^5 КОЕ/мл) была инокулирована в стерильный Mueller-Hinton-agar в соответствии с CLSI и DIN E 58940-3 для агар диск-диффузионных методов [9, 10]. 40 мкл тестовых материалов (эквивалентно концентрации 2 мг/диск экстракта в соответ-

ствующих растворителях) наносили на стерильные бумажные диски (6 мм диаметр, Whatman No.1). Ампициллин, цефтриаксон и флуконазол (Himedia Laboratories Pvt. Limited) были использованы как положительный контроль, а растворители - как отрицательный. Диски были депонированы на поверхности инокулированных агаровых чашек. Затем чашки выдерживали 2 ч в холодильнике (+4 °С) для прединкубации веществ в агаре. Чашки с бактериями инкубировали при 37 °С 24 ч, а с грибами 48 ч при 26 °С. Зона ингибирования (включая диаметр диска) была измерена и зарегистрирована после времени инкубации. Средние значения ингибирования были вычислены после трехкратного повторения.

Обсуждение результатов

В результате анализа гексанового экстракта идентифицировано 10 соединений, из которых мажорными соединениями являются ациклический дитерпен неофитадиен (44.0%), ациклический дитерпеновый спирт фитол (17.1%), гексагидрофарнезил ацетон (20.5%) и лактон дигидроактинидиолид (2.0%), которые составляют 83.6% (табл. 1).

В экстракте, полученном с использованием более полярного растворителя бензола, идентифицировано 34 соединения. Помимо вышеотмеченных основных компонентов гексанового экстракта, в бензольном экстракте дополнительно присутствуют следующие летучие компоненты: α -туйон (32.1%), β -туйон (9.8%) и камфора (30.5%), а также гексагидрофарнезил ацетон (2.2%), массовая доля которых в экстракте суммарно составляет 74.6%.

Установлено, что в составе ЭМ, полученных методами паро- и гидродистилляцией, идентифицировано 69 и 56 соединений соответственно. Доминирующими компонентами являются бициклические монотерпены: камфен (1.6% в масле, полученном методом пародистилляции и 2.0% в масле, полученном методом гидродистилляции) и сабинен (1.2% – пародистилляция), моноциклический монотерпен эвкалиптол (4.7% – пародистилляция и 2.9% – гидродистилляция), ароматический монотерпен *o*-цимен (2.4% – пародистилляция и 1.5% – гидродистилляция), α -туйон (44.0% – пародистилляция и 35.3% – гидродистилляция), β -туйон (17.1% – пародистилляция и 14.3% – гидродистилляция), камфора (12.7% – пародистилляция и 28.2% – гидродистилляция), бициклические монотерпеновые спирты: борнеол (1.4% – пародистилляция и 4.2% – гидродистилляция) и *транс*-сабинол (1.2% – пародистилляция) (табл. 1).

Сравнительный анализ табличных данных показывает, что компонентный состав ЭМ, полученных методами паро- и гидродистилляции, качественно и количественно отличается от состава экстрактов, полученных при комнатной температуре. При этом наблюдается уменьшение количественного содержания камфоры, борнилацетата, монотерпенового кетона *D*-карвона и ароматического соединения метилэвгенола.

Уменьшение содержания или отсутствие ряда компонентов объясняется влиянием высокой температуры в условиях паро- и гидродистилляции, которая вызывает деструкцию термолабильных монотерпеноидов [11–14], например, уменьшение или отсутствие бициклических монотерпеноидов (*o*-цимена, и α -, β -туйонов) и сложного эфира монотерпеноида – борнилацетата (табл. 1).

Таблица 1. Компонентный состав гексанового и бензольного экстрактов и эфирных масел *Alhagi persarum*, полученных методами паро- и гидродистилляции

№	Соединение	RI*	Содержание, %			
			ГЭ	БЭ	ПД	ГД
1	2	3	4	5	6	7
1	Камфен	1053			1.6	2.0
2	Гексаналь	1070				<0.1
3	β -пинен	1092			0.2	0.2
4	Сабинен	1107			1.2	0.2
5	2-метилбутилацетат	1110			<0.1	
6	Мирцен	1158			<0.1	<0.1
7	<i>DL</i> -Лимонен	1199			0.2	0.1
8	<i>n</i> -додекан	1200		0.2		
9	Эвкалиптол	1207		0.9	4.7	2.9
10	2-пентилфуран	1232			<0.1	<0.1
11	γ -терпинен	1243				<0.1
12	<i>o</i> -цимен	1268		0.2	2.4	1.5

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
13	2-метил бугил 2- метилбутират	1278			<0.1	<0.1
14	3-метил додекан	1296		0.2		
15	1,3-диэтилбензол	1299		0.3		
16	1,4-диэтилбензол	1307		0.1		
17	<i>цис</i> -гепт-2-енал	1322	0.2			
18	6-метил-5-гептен-2-он	1337			<0.1	
19	α -пинен оксид	1369			<0.1	<0.1
20	1,2,2,3-тетраметил-3-циклопентен-1-ол	1379			0.1	
21	Фенхон	1393				<0.1
22	Нонаналь	1394	0.3			
23	Тетрадекан	1400		0.2		
24	α -туйон	1427		32.1	44.0	35.3
25	β -туйон	1443		9.8	17.1	14.3
26	2,6,10-триметил тридекан	1444	1.2	0.4		
27	Камфенилон	1455				0.1
28	<i>цис</i> -4-туйанол	1466			0.2	
29	(<i>E,E</i>)-2,4-гептадиеналь	1471	0.4	0.3		
30	(-)- α -копаен	1488			0.1	
31	α -камфоленовый альдегид	1491				0.1
32	Деканаль	1502				<0.1
33	Хризантенон	1506			<0.1	
34	Камфара	1515		30.5	12.7	28.2
35	β -кубебен	1534			<0.1	
36	<i>цис</i> -пинокамфон	1539				0.2
37	Неотул ацетат	1544			0.1	
38	Лимона кетон	1551			0.1	0.1
39	Линалоол	1553			0.1	0.1
40	Линалил ацетат	1557			0.1	
41	α -пинокарвон	1563		0.4	0.6	0.5
42	<i>цис</i> -хризантенил ацетат	1569			0.1	0.2
43	Борнил формиат	1572			0.1	0.1
44	Борнил ацетат	1577		1.6	0.7	0.6
45	Фенхол	1584				0.1
46	β -элемен	1586			0.1	
47	β -кариофиллен	1589			<0.1	
48	6-метилгепта-3,5-диен-2-он	1592				0.1
49	Не идентифицировано	1592			0.2	
50	Камфен гидрат	1595			<0.1	0.1
51	Терпинен-4-ол	1601		0.9	0.6	1.1
52	β -циклоцитраль	1613				0.1
53	Хотриенол	1615			0.1	0.1
54	Миртеналь	1623			0.2	0.1
55	Сабинакетон	1626			0.1	<0.1
56	<i>цис</i> -2-метенол	1628			0.1	0.1
57	Борнил пропионат	1639			0.1	0.1
58	Сабинил ацетат	1652		0.5	0.9	0.4
59	(-)- <i>транс</i> -пинокарвеол	1654			0.3	0.5
60	(+)-3-туйанол	1664			0.3	0.5
61	<i>DL</i> -изоборнеол	1668			0.1	0.1
62	Карвотанацетон	1673		0.2	0.2	0.1
63	Не идентифицировано	1680			0.2	
64	α -терпинил ацетат	1695		0.6	0.1	
65	Борнеол	1702		1.2	1.4	4.2
66	<i>транс</i> -сабинол	1704			1.2	
67	α -муролен	1720			0.1	
68	Бициклогермакрен	1726			0.1	
69	<i>D</i> -карвон	1729		1.0	0.7	0.5
70	<i>цис</i> -карвил ацетат	1736		0.5	0.1	0.1
71	<i>цис</i> -пиперитол	1747			0.1	<0.1
72	<i>цис</i> -хризантенол	1752			0.3	0.5

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
73	Геранил ацетат	1760		0.4	0.1	0.1
74	Карвеол ацетат	1770			0.1	
75	4-изопропил бензальдегид	1777			0.2	0.2
76	Миртенол	1792			0.1	0.1
77	Изокарвеол	1798			<0.1	
78	1,5-ментadiен-7-ол	1803			0.1	
79	3,4-диметокситолуен	1811			<0.1	
80	Не идентифицировано	1824		0.6		
81	Не идентифицировано	1826			0.7	
82	Не идентифицировано	1830			0.4	
83	<i>транс</i> -(+)-Карвеол	1837			0.2	0.3
84	<i>n</i> -цимен-8-ол	1853			0.1	0.1
85	Гексановая кислота	1857		0.8		
86	<i>цис</i> -геранилацетон	1858	1.0	0.4		
87	Не идентифицировано	1867			0.9	
88	Бензиловый спирт	1876		0.8		
89	Неофитадиен	1922	44.0			
90	Цитронеллол α -кродонат	1924		0.3		
91	<i>транс</i> - β -ионон	1927		0.8		
92	<i>цис</i> -жасмон	1934				0.1
93	Не идентифицировано	1953	10.6			
94	Кариофиллилен оксид	1965				0.1
95	(<i>E</i>)-2-гексановая кислота	1972		0.3		
96	β -ионон эпоксид	1977		0.8		
97	Фитол	1985	17.1			
98	Метилэвгенол	2028		1.4	0.6	0.5
99	Куминол	2113			0.3	0.1
100	Спатуленол	2130		0.5	0.3	0.1
101	Гексагидрофарнезил ацетон	2213	20.5	2.2	0.4	
102	Дигидроактинодиолид	2331	2.0	1.8		
			97.3%	93.2%	98.4%	97.1%

*RI** – Retention index-линейный индекс удерживания, ГЭ – гексановый экстракт, БЭ – бензольный экстракт, ГД – гидродистилляция, ПД – пародистилляция.

Оценка антибактериальной и противогрибковой активности

ЭМ и экстракты *Alhagi persarum* подвергали скринингу на их антибактериальную и противогрибковую активность с использованием модифицированного метода агар-диффузии. Грамположительные бактерии оказались чувствительными к воздействию всех исследованных образцов. ЭМ из *Alhagi persarum* проявляют заметную антибактериальную активность против грамотрицательной бактерии *Escherichia coli* и слабую противогрибковую активность в отношении *Candida albicans* (табл. 2). Среди исследованных образцов наибольшую антибактериальную активность проявило ЭМ, полученное методом пародистилляции, в отношении *Bacillus subtilis* (15 мм), *Staphylococcus aureus* (13 мм), *Escherichia coli* (11 мм) и *Candida albicans* (8 мм). Выявленная активность данного образца по сравнению с менее активными образцами, вероятно, обусловлена наличием и высоким содержанием эвкалиптола, камфоры, α -цимена, и α -, β -туйонов.

Антибактериальная активность испытуемых образцов может значительно различаться в зависимости от таксономических характеристик растений, а также биологических свойств используемых микроорганизмов [15–18]. Таким образом, различные данные об антимикробной активности в этом исследовании являются результатом использования различных штаммов микроорганизмов и химическим составом тестируемых образцов.

Таблица 2. Противомикробная активность образцов *Alhagi persarum*

Образцы	Диаметр зоны ингибирования (мм)				
	Грамположительные бактерии		Грамотрицательные бактерии		Условно-патогенный гриб
	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Escherichia coli</i>	
ЭМ из <i>A. persarum</i> , полученное пародистилляцией	9	7	NA*	8	6
ЭМ из <i>A. persarum</i> , полученное гидродистилляцией	15	13	NA	11	8
Бензольный экстракт из надзем. части <i>A. persarum</i>	8	6	NA	NA	NA
Гексановый экстракт из надзем. части <i>A. persarum</i>	6	6	NA	NA	NA
Ампициллин (10 мкг/диск)	28	27	NT*	NT	NT
Цефтриаксон (30 мкг/диск)	NT	NT	25	26	NT
Флуконазол (25 мкг/диск)	NT	NT	NT	NT	28

*NA – не активный; NT – не тестирован.

Выводы

Таким образом, проведенные исследования показали, что качественный и количественный состав летучих соединений *Alhagi persarum* зависит от метода их выделения. Также следует отметить, что все идентифицированные соединения, кроме *DL*-лимонена, тетрадекана и дигидроактинидиолида [19], в надземной части *Alhagi persarum* обнаружены впервые. ЭМ и экстракты из надземных частей *Alhagi persarum* проявляют различную степень антимикробной активности в отношении тестируемых микроорганизмов.

Список литературы

1. Определитель Средней Азии. Критерический конспект флоры / под ред. А.И. Введенского, Р.В. Камелина. Ташкент, 1981. Т. 6. С. 321–323.
2. Флора Узбекистана. Ташкент, 1955. Т. 3. С. 744–749.
3. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства *Hydrangeaceae* – *Haloragaceae*. Л., 1987. Т. 3. С. 103–105.
4. Muhammad G., Hussain M.A., Anwar F., Ashraf M., Gilani A.H. *Alhagi*: A Plant Genus Rich in Bioactives for Pharmaceuticals // *Phytotherapy Research*. 2015. Vol. 29. Pp. 1–13. DOI: 10.1002/ptr.5222.
5. Laghari A.H., Memon Sh., Nelofar A., Khan Kh.M. Determination of volatile constituents and antimicrobial activity of camel thorn (*Alhagi camelorum*) flowers // *Analytical Letters*. 2014. Vol. 47. Pp. 413–421. DOI: 10.1080/00032719.2013.841178
6. Нишанбаев С.З., Шамьянов И.Д., Хушбактова З.А., Сыров В.Н. Биологическая активность экстрактов растений рода *Alhagi* // *Инфекция, иммунитет и фармакология*. 2017. №2. С. 161–168.
7. Abdul-Hafeez E.Y., Mahmoud A.F., Ibrahim O.H.M. Antibacterial Activities and Phytochemical Screening of *Alhagi pseudalhagi* // *Assiut Journal of Agricultural Sciences*. 2015. Vol. 46 (5). Pp. 33–47. DOI: 10.21608/ajas.2016.530.
8. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. Новосибирск, 2008. 969 с.
9. Wayne P. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) performance standards for antimicrobial disk diffusion susceptibility tests. 19th ed. approved standard. 2009. M100-S19.
10. Lindl T., Bauer J. Zell und Gewebekultur. Gustav-Fischer-Verlag Jena, Berlin, 1989. 181 p.
11. Asfaw N., Storesund H.J., Skattebol L., Aaasen A.J. Coexistence of chrysanthenone, filifolone and (*Z*)-isogeranic acid in hydrodistillates. Artefacts! // *Phytochemistry*. 2001. Vol. 58 (3). Pp. 489–492. DOI: 10.1016/S0031-9422(01)00254-0.
12. Племенков В.В. Введение в химию природных соединений. Казань, 2001. 376 с.
13. Семенов А.А., Карцев В.Г. Основы химии природных соединений. М., 2009. 619 с.
14. Mukhamatkhanova R.F., Bobakulov Kh.M., Okhundedaev B.S., Shamyaynov I.D., Aisa H.A., Sagdullaev Sh.Sh. Mono- and Sesquiterpenoids from *Artemisia juncea* Growing in Uzbekistan // *Chemistry of Natural Compounds*. 2018. Vol. 54 (2). Pp. 387–389. DOI: 10.1007/s10600-018-2357-4
15. Simic A., Sokovic M.D., Ristic M., Grujic-Jovanovic S., Vukojevic J., Marin P.D. The chemical composition of some Lauraceae essential oils and their antifungal activities // *Phytotherapy Research*. 2004. Vol. 18 (9). Pp. 713–717. DOI: 10.1002/ptr.1516.
16. El S.N., Karagozlu N., Karakaya S., Sahn S. Antioxidant and antimicrobial activities of essential oils extracted from *Laurus nobilis* L. leaves by using solvent-free microwave and hydrodistillation // *Food and Nutrition Sciences*. 2014. Vol. 5. Pp. 97–106. DOI: 10.4236/fns.2014.52013.
17. Özcan M., Erkmén O. Antimicrobial activity of the essential oils of Turkish Plant Spices // *European Food Research and Technology*. 2001. Vol. 212 (6). Pp. 658–660. DOI: 10.1007/s002170100.
18. Dadalioglu I., Evrendilek G.A. Chemical compositions and antibacterial effects of essential oils of Turkish Oregano, Bay Laurel, Spanish Lavender, and Fennel and Common Foodborne Pathogens // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2004. Vol. 52 (26). Pp. 8255–8260. DOI: 10.1021/jf049033e

19. Nishanbaev S.Z., Bobakulov Kh.M., Nigmatullaev A.M., Sham'yanov I.D., Okhundedaev B.S., Abdullaev N.D. Volatile Compounds from the Aerial Parts of Four *Alhagi* Species Growing in Uzbekistan // Chemistry of Natural Compounds. 2016. Vol. 52 (1). Pp. 167–170. DOI: 10.1007/s10600-016-1582-y.

Поступила в редакцию 6 марта 2018 г.

После переработки 11 мая 2018 г.

Принята к публикации 23 мая 2018 г.

Для цитирования: Нишанбаев С.З., Бобакулов Х.М., Охундедаев Б.С., Сасмаков С.А., Абдуллаев Н.Д., Арипова С.Ф. Компонентный состав экстрактов и эфирного масла *Alhagi persarum*, произрастающего в Узбекистане, и их антимикробная активность // Химия растительного сырья. 2018. №4. С. 125–132. DOI: 10.14258/jcprm.2018043804.

Nishanbaev S.Z.*, Bobakulov Kh.M., Okhundedaev B.S., Sasmakov S.A., Abdullayev N.D., Aripova S.F. COMPONENT COMPOSITION OF THE EXTRACTS AND ESSENTIAL OILS FROM THE ALHAGI PERSARUM, GROWING IN UZBEKISTAN AND THEIR ANTIMICROBIAL ACTIVITY

Acad. S.Yu. Yunusov Institute of the Chemistry of Plant Substances Uzbek Academy of Sciences, ul. Mirzo Ulugbek, 77, Tashkent, 100170 (Uzbekistan), e-mail: sabir78@rambler.ru

The volatile compounds of hexane and benzene extracts were studied by GC-MS analysis, as well as were investigated the composition of essential oils obtained by steam and hydrodistillation from the aerial part of *Alhagi persarum* Boiss. & Buhse, collected during the flowering period in the Fergana region of the Republic of Uzbekistan.

As a result of the studies, 44 components were found in the hexane and benzene extracts, among them the neophytadiene (44.0%), hexahydrofarnesyl acetone (20.5%), phytol (17.1%), dihydroactinidiolide (2.0%), α -thujone (32.1%) and β -thujone (9.8%), camphor (30.5%) are dominated. In the composition of essential oils isolated by steam and hydrodistillation methods, were identified 69 and 56 compounds, respectively. The dominating components are eucalyptol (4.7% and 2.9%), α -thujone (44.0% and 35.3%) and β -thujone (17.1% and 14.3%), camphor (12.7% and 28.2%).

In vitro screening for antibacterial and antifungal activity of extracts were carried out, as well as EO from *Alhagi persarum*. Among the samples studied, EO, obtained by steamdistillation, possesses the highest antimicrobial activity against *Bacillus subtilis* (15 mm), *Staphylococcus aureus* (13 mm), *Escherichia coli* (11 mm) and *Candida albicans* (8 mm).

Keywords: *Alhagi persarum*, Fabaceae, components, essential oil, gas chromatography-mass spectral analysis, antimicrobial activity.

* Corresponding author.

References

1. *Opredelitel' Sredney Azii. Kritericheskiy konspekt flory* [The determinant of Central Asia. Criterical summary of flora], ed. A.I. Vvedensky, R.V. Kamelin. Tashkent, 1981, vol. 6, pp. 321–323. (in Russ.).
2. *Flora Uzbekistana*. [Flora of Uzbekistan], Tashkent, 1955, vol. 3, pp. 744–749. (in Russ.).
3. *Rastitel'nyye resursy SSSR. Tsvetkovyye rasteniya, ikh khimicheskiy sostav, ispol'zovaniye. Semeystva Hydrangeaceae - Haloragaceae*. [Plant resources of the USSR. Flowering plants, their chemical composition, use. Family Hydrangeaceae – Haloragaceae]. Leningrad, 1987, vol. 3, pp. 103–105. (in Russ.).
4. Muhammad G., Hussain M.A., Anwar F., Ashraf M., Gilani A.H. *Phytotherapy Research*, 2015, vol. 29, pp. 1–13. DOI: 10.1002/ptr.5222.
5. Laghari A.H., Memon Sh., Nelofar A., Khan Kh.M. *Analytical Letters*, 2014, vol. 47, pp. 413–421. DOI: 10.1080/00032719.2013.841178.
6. Nishanbayev S.Z., Sham'yanov I.D., Khushbaktova Z.A., Syrov V.N. *Infektsiya, immunitet i farmakologiya*, 2017, no. 2, pp. 161–168. (in Russ.).
7. Abdul-Hafeez E.Y., Mahmoud A.F., Ibrahim O.H.M. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 2015, vol. 46 (5), pp. 33–47. DOI: 10.21608/ajas.2016.530.
8. Tkachov A.V. *Issledovaniye letuchikh veshchestv rasteniy*. [Research on plant volatiles]. Novosibirsk, 2008, 969 p. (in Russ.).
9. Wayne P. *Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) performance standards for antimicrobial disk diffusion susceptibility tests. 19th ed. approved standard*. 2009, M100-S19.
10. Lindl T., Bauer J. *Zell und Gewebekultur*, Gustav-Fischer-Verlag Jena, Berlin, 1989, 181 p.
11. Asfaw N., Storesund H.J., Skattebol L., Aaasen A.J. *Phytochemistry*, 2001, vol. 58 (3), pp. 489–492. DOI: 10.1016/S0031-9422(01)00254-0.
12. Plemenkov V.V. *Vvedeniye v khimiyu prirodnikh soyedineniy*. [Introduction to the chemistry of natural compounds]. Kazan', 2001, 376 p. (in Russ.).
13. Semenov A.A., Kartsev V.G. *Osnovy khimii prirodnikh soyedineniy*. [Fundamentals of chemistry of natural compounds]. Moscow, 2009, 619 p. (in Russ.).
14. Mukhamatkhanova R.F., Bobakulov Kh.M., Okhundedaev B.S., Shamyayov I.D., Aisa H.A., Sagdullaev Sh.Sh. *Chemistry of Natural Compounds*, 2018, vol. 54 (2), pp. 387–389. DOI: 10.1007/s10600-018-2357-4.
15. Simic A., Sokovic M.D., Ristic M., Grujic-Jovanovic S., Vukojevic J., Marin P.D. *Phytotherapy Research*, 2004, vol. 18 (9), pp. 713–717. DOI: 10.1002/ptr.1516.
16. El S.N., Karagozlu N., Karakaya S., Sahin S. *Food and Nutrition Sciences*, 2014, vol. 5, pp. 97–106. DOI: 10.4236/fns.2014.52013.
17. Özcan M., Erkmén O. *European Food Research and Technology*, 2001, vol. 212 (6), pp. 658–660. DOI: 10.1007/s002170100.
18. Dadalioglu I., Evrendilek G.A. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2004, vol. 52 (26), pp. 8255–8260. DOI: 10.1021/jf049033e.
19. Nishanbaev S.Z., Bobakulov Kh.M., Nigmatullaev A.M., Sham'yanov I.D., Okhundedaev B.S., Abdullaev N.D. *Chemistry of Natural Compounds*, 2016, vol. 52 (1), pp. 167–170. DOI: 10.1007/s10600-016-1582-y.

Received March 6, 2018

Revised May 11, 2018

Accepted May 23, 2018

For citing: Nishanbaev S.Z., Bobakulov Kh.M., Okhundedaev B.S., Sasmakov S.A., Abdullayev N.D., Aripova S.F. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2018, no. 4, pp. 125–132. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcpr.2018043804.