

УДК 615.322:547.913

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ И АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНОГО МАСЛА *MELILOTUS OFFICINALIS* (L.) PALL, ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО В УЗБЕКИСТАНЕ

© Н.К. Усманова¹, Х.М. Бобакулов^{2,3}, А.М. Каримов², С.А. Сасмаков², Э.Х. Ботиров^{2*},
Ш.С. Азимова², Н.Д. Абдуллаев²

¹ Наманганский государственный университет, ул. Уйчинская, 316,
Наманган, 160100 (Узбекистан)

² Институт химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова
АН РУз, ул. М.Улугбека, 77, Ташкент, 100170 (Узбекистан),
e-mail: botirov-nepi@mail.ru

³ Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского
хозяйства, ул. Кары Ниёзий, 39, Ташкент, 100000 (Узбекистан)

Изучен компонентный состав эфирного масла (ЭМ), полученного методом гидродистилляции из воздушно-сухой и свежей надземной части лекарственного растения *Melilotus officinalis* (L.) Pall (донник лекарственный), произрастающего на территории Наманганской области Республики Узбекистан. Методом ГХМС в составе ЭМ из воздушно-сухого растения идентифицировано 49 соединений, тогда как в составе ЭМ из свежего растения обнаружено 22 вещества, что составляет 98.0 и 99.2% от общего количества ЭМ соответственно.

Главными компонентами ЭМ как воздушно-сухой, так и свежей надземной части является кумарин, содержание которого составляет 83.2 и 87.9% соответственно. В составе ЭМ из воздушно-сухого растения обнаружены также актинидин (2.0%), мальтол (1.1%), лимонен, γ -терпинен, 1,8-цинеол, терпинен-4-ол, α -терпинеол, *D*-карвон, кариофиллен, оксида кариофиллена, β -дамасценон, фитол, бензиловый и фенилэтиловый спирты, ванилин, 4-винилгваякол и другие соединения. В составе ЭМ из свежего растения наряду с кумарином обнаружены дигидрокумарин, бензиловый и фенилэтиловый спирты, фурфураль, карвон, терпинен-4-ол, карбоновые кислоты, альдегиды и кетоны, монотерпены и окисленные монотерпены. Следует отметить, что компонентный химический состав ЭМ донника, произрастающего в Узбекистане, значительно отличается от состава ЭМ донника лекарственного, произрастающего в других регионах. Изучена антимикробная активность эфирного масла в отношении *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, *Pichia anomala*. ЭМ и этилацетатный экстракт из надземной части растения оказались наиболее активными в отношении *Bacillus subtilis* и *Staphylococcus aureus*.

Ключевые слова: *Melilotus officinalis*, эфирное масло, ГХ-МС анализ, антимикробная активность.

Введение

Melilotus officinalis (L.) Pall (донник лекарственный) – двулетнее травянистое растение семейства Fabaceae [1–3]. В качестве лекарственного сырья используется трава донника. Препараты из донника лекарственного применяются в качестве наружного отвлекающего и раздражающего средства при ревматизме [2, 3]. В официальной медицине донник лекарственный рекомендуется как противосудорожное сред-

Усманова Наргиза Кудратуллаевна – преподаватель кафедры химии, e-mail: nargiza_unq@mail.ru

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

Каримов Абдурашид Мусахонович – доктор философии (химия), докторант лаборатории химии терпеноидов и фенольных соединений, e-mail: abdurashidka@mail.ru

Окончание на С. 162.

ство, назначают при стенокардии, тромбозе коронарных сосудов. Донник обладает гемолитическим свойством, поэтому его можно применять для профилактики инфарктов и ишемических инсультов, в лечении тромбофлебита [4–6]. Применяется донник как отхаркивающее, ветрогонное, молокогонное, противовоспалительное при заболеваниях верхних дыхательных путей, для лечения маститов, нары-

* Автор, с которым следует вести переписку.

вов, полиартрита, как наружное отвлекающее, раздражающее и смягчительное средство [1–4]. Установлено, что *Melilotus officinalis* обладает антиоксидантными свойствами наряду с антибактериальной, противоопухолевой и противовоспалительной активностью [6, 7].

В народной медицине Средней Азии препараты донника используются как отхаркивающее, смягчающее, болеутоляющее, отвлекающее и снотворное средство, для лечения гнойных ран [2].

Трава донника содержит кумарин (до 0.9% в цветках), обладающий приятным запахом, дикумарол, дигидрокумарин, каротиноиды, кумаровую кислоту, флавоноиды, аминокислоты, дубильные вещества, мелилотин, мелилотовую и аллантоиновую кислоты, аллантоин, гликозид мелилотозид, тритерпеновые гликозиды, цимарин, холин, производные пурина, жироподобные вещества, жирное и эфирное масла, витамины С и Е [1–4, 8–14]. Кумарин, входящий в состав донника, угнетает центральную нервную систему, обладает противосудорожным и наркотическим действием. Как эфирно-масличное растение донник лекарственный находит применение в парфюмерной промышленности и в ликеро-водочном производстве – при изготовлении вин, ликеров, настоек.

С целью рационального использования растительного сырья и поиска биологически активных веществ нами изучен компонентный состав ЭМ воздушно-сухого сырья и свежей наземной части *Melilotus officinalis*, произрастающего в Узбекистане.

Экспериментальная часть

Использованная в настоящей работе наземная часть *M. officinalis* заготовлена на территории Наманганской области (перевал Камчик) Республики Узбекистан в период цветения (июнь, 2020 г.).

Выделение эфирного масла (ЭМ) из 500 г измельченной воздушно-сухой и 300 г свежей наземной части *M. officinalis* осуществляли методом гидродистилляции при атмосферном давлении, дистиллят отбирали в течение 3 ч. ЭМ из дистиллята выделили жидкость-жидкостной экстракцией дихлорметаном. Растворитель отгоняли, эфирное масло сушили безводным сульфатом натрия. Из воздушно-сухого растения получили светло-желтое масло с характерным запахом с выходом 1.1%. ЭМ хранилось в холодильнике при $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ до использования.

ГХ-МС анализ. Качественный и количественный состав ЭМ определяли на хромато-масс-спектрометре Agilent 5975C inert MSD/7890A GC. Разделение компонентов смеси проводили на кварцевой капиллярной колонке Agilent HP-INNOWax (30 м × 250 мкм × 0.25 мкм) в температурном режиме: $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ (2 мин) – $4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ до $220\text{ }^{\circ}\text{C}$ (10 мин) – $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ до $240\text{ }^{\circ}\text{C}$ (10 мин). Объем вносимой пробы составлял 1.0 мкм, скорость потока подвижной фазы (H_2) – 1.1 мл/мин. 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 (Wiley Registry of Mass Spectral Data-9th Ed. NIST Mass Spectral Library, 2011) и сравнения индексов удерживания (ИУ) соединений, определенного по отношению к времени удерживания *n*-алканов (C_9 – C_{24}), а также изучения их масс-спектральной фрагментации с таковыми описанными в литературе [15, 16]. Количественное содержание компонентов эфирных масел вычисляли из площадей хроматографических пиков.

Определение антибактериальной и противогрибковой активности. Тест микроорганизмы: 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 условно-патогенный

гриб *Candida albicans* (RKMUz-247). Штаммы RKMUz были получены из коллекции Института микробиологии АН РУз.

Для *in vitro* скрининга образцов на антибактериальную и противогрибковую активность был использован модифицированный агар-диффузионный метод [9–11]. Суспензию бактериальных клеток подготавливали из суточной субкультуры соответствующего штамма, с 1×10^6 колоний в мл. Стерильный питательный агар (LB Agar,

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

Ботиров Эркин Хожиақбарович – доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией химии терпеноидов и фенольных соединений, e-mail: botirov-nepi@mail.ru

Азимова Шахноза Садыковна – доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией молекулярной генетики, e-mail: botirov-nepi@mail.ru

Абдуллаев Насрулла Джалилович – профессор, заместитель директора, e-mail: n_abdullaev@rambler.ru

Invitrogen, USA, 25 г агар/л дисстилизованная вода) инокулировали бактериальными клетками (200 μ л бактериальных клеток в 2 мл 0.9% NaCl суспензии и 20 мл среда) 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 DIN и CLSI для агар диск-диффузионных методов. 40 мкл тестового материала (эквивалентно конц. 0.2 мг/диск в соответствующих растворителях) наносили на стерильные бумажные диски (6 мм диаметр, Whatman No.1). Ампициллин, цефтриаксон и флуконазол (готовые диски Himedia Laboratories Pvt. Limited) были использованы как положительный, а растворители – как отрицательный контроль. Диски были депонированы на поверхности инокулированных агаровых чашек. Затем чашки выдерживали 2 ч в холодильнике (+4 °C) для прединфузии веществ в агаре. Чашки с бактериями инкубировали при 37 °C 24 ч, а с грибом 48 ч при 29 °C. Зона ингибирования (включая диаметр диска) была измерена и зарегистрирована после времени инкубации. Средние значения ингибирования были вычислены после трехкратного повторения.

Обсуждение результатов

Изучен компонентный состав ЭМ из воздушно-сухой и свежей надземной части растения *Melilotus officinalis*. Методом ГХ-МС в составе ЭМ из воздушно-сухого растения идентифицировано 49 соединений, тогда как в составе ЭМ из свежего растения обнаружены 22 вещества, что составляет 98.0 и 99.2% от общего количества ЭМ соответственно (табл. 1). Главными компонентами ЭМ как воздушно-сухого, так и свежей надземной части является кумарин, содержание которого составляет 83.2 и 87.9% соответственно.

В составе ЭМ из воздушно-сухого растения кроме кумарина обнаружены актинидин (2.0%), мальтол (1.1%), незначительное количество монотерпенов лимонена, γ -терпинена, монотерпеноидов 1,8-цинеола, терпинен-4-ола, α -терпинеола, *D*-карвона сесквитерпена кариофиллена, сесквитерпеноидов оксида кариофиллена, β -дамасценона, фитола, а также бензилового и фенилэтилового спиртов, ванилина, 4-винилгваякола, фурфурала и других спиртов, кетонов, карбоновых кислот и др. Актинидин – производное пиридина, содержащееся в экстракте корня валерианы лекарственной и актинидии. Является феромоном для многих видов насекомых. Привлекает кошачьих из-за сходства его запаха с запахом непеталактона, содержащегося в котловнике кошачьем (кошачьей мяте). В составе ЭМ из свежего растения наряду с кумарином обнаружены дигидрокумарин, бензиловый, фенилэтиловый спирты, фурфураль, карвон, терпинен-4-ол и др. Следует отметить, что компонентный химический состав ЭМ донника, произрастающего в Узбекистане, значительно отличается от состава ЭМ донника лекарственного, произрастающего в других регионах.

Анализ литературных данных показывает, что в составе ЭМ донника лекарственного, произрастающего на территории Красноярского края, мажорными компонентами являются 4-эпикаоренон (19.6%), бензиловый спирт (17.6%), ди-*n*-бутилфталат (11.4%) хамазулен (8.5%) и дигидроксиизокаламендиол (7.3%) [11, 17].

Доминирующими компонентами ЭМ донника лекарственного, собранного в районе Борисполя (Украина), были гексагидрофарнезиллацетон (16.64%), β -эвдесмол (11.49%) и глобулол (8.65%) [18], тогда как в составе ЭМ растения, произрастающего в Харьковской области, основными компонентами были неидентифицированные стероидные субстанции (29.5%), сквален (10.8%), а содержание кумарина составляет всего 1.0% [19].

В составе ЭМ донника лекарственного, произрастающего в Колумбии, главными компонентами являются кумарин (35.3%) и (*Z*)-3-гексен-1-ол (25.9%) [20].

Эти результаты показывают, что состав ЭМ *Melilotus officinalis* сильно варьирует в зависимости от места произрастания растений и, возможно, почвенно-климатических условий.

Результаты изучения антибактериальной и противогрибковой активности ЭМ из воздушно-сухого донника лекарственного показали, что все исследованные образцы, кроме 96%-ного этанольного экстракта, из надземных частей растения *Melilotus officinalis* проявляют антибактериальный эффект различной степени по отношению тест штаммов грамположительных и грамотрицательных бактерий. При этом ЭМ, а также этилацетатный экстракт из надземных частей растения оказались наиболее активными в отношении *Bacillus subtilis* (9.04 ± 0.10 мм) и *Staphylococcus aureus* (8.08 ± 0.12 мм) (табл. 2) [21–23].

Таблица 1. Компонентный состав ЭМ *Melilotus officinalis*

№ п/п	Компоненты	ИУ	Содержание, %	
			Воздушно-сухое растение	Свежее растение
1	2	3	4	5
1	(E)-2-Пентеналь	1121	<0.1	–
2	1-Бутанол	1131	0.5	4.9
3	Лимонен	1193	0.3	0.5
4	1,8-Цинеол	1204	0.3	0.1
5	2-Гексеналь	1206	0.3	0.5
6	γ -Терпинен	1237	0.1	–
7	Ацетоин	1272	–	0.4
8	Ацетилкарбинол	1291	0.1	–
9	(2E)-2-Пентен-1-ол	1304	–	0.1
10	1-Гексанол	1348	–	0.3
11	(E)-3-Гексен-1-ол	1360	0.1	–
12	Нонаналь	1391	–	0.2
13	(E)-2-Гексен-1-ол	1396	–	0.2
14	1-Ацетилциклогексен	1398	0.1	–
15	Фурфураль	1450	0.3	0.3
16	1-Октен-3-ол	1453	0.1	–
17	Бензальдегид	1506	0.1	–
18	3,5-Октадиен-2-он	1563	0.1	–
19	Кариофиллен	1579	0.1	–
20	Терпинен-4-ол	1593	0.6	0.3
21	Фенилацетальдегид	1627	0.2	–
22	2-Фуранметанол	1656	0.5	0.2
23	Салициловый альдегид	1664	0.4	–
24	α -Метилмасляная кислота	1670	0.2	–
25	α -Терпинеол	1702	0.2	–
26	D-Карвон	1727	–	0.4
27	5-Этил-2(5H)-фуранон	1738	0.2	–
28	4-Гидроксиацетофенон	1782	0.1	–
29	β -Дамасценон	1814	0.3	0.2
30	Гексановая кислота	1844	0.4	–
31	Актинидин	1850	2.0	–
32	Бензиловый спирт	1861	0.5	0.5
33	Фенилэтиловый спирт	1895	0.6	0.5
34	<i>транс</i> - β -Ионон	1933	0.2	–
35	Мальтол	1941	1.1	0.2
36	3-Ацетил-1H-пирролин	1949	0.2	–
37	(2E)-2-Гексеновая кислота	1959	0.1	–
38	Оксид кариофиллена	1970	0.3	–
39	Октановая кислота	2054	0.3	–
40	Гексагидрофарнезиллацетон	2130	0.3	0.2
41	Нонановая кислота	2140	0.1	–
42	4-Винилгваякол	2149	0.3	–
43	Дигидрокумарин	2208	0.5	0.3
44	2-Этил-3-метилмалеимид	2214	<0.1	–
45	Декановая кислота	2245	0.3	–
46	Дигидроактинолид	2307	0.3	–
47	Дигидробензофуран	2374	0.1	–
48	Кумарин	2448	83.2	87.9
49	Додекановая кислота	2487	0.3	–
50	3-Гидрокси- β -дамаскон	2517	0.1	–
51	Ванилин	2523	0.1	–
52	Фитол	2622	0.3	0.8
53	Гексадекановая кислота	2887	0.7	0.2
54	9-Октадекановая кислота	3159	0.2	–
55	Линоленовая кислота	3288	0.1	–
<i>Кумарины</i>			83.7	88.2
<i>Монотерпены</i>			0.4	0.9
<i>Окисленные монотерпены</i>			1.1	0.3

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5
	Альдегиды и кетоны		1.6	1.2
	Спирты		2.7	8.0
	Карбоновые кислоты		2.7	0.2
	Другие		5.9	0.4
	Всего		98.0	99.2

Примечание: ИУ – относительный индекс удерживания.

Таблица 2. Минимальная концентрация ингибирования (МИС) эфирного масла *M. officinalis* в отношении шести бактериальных штаммов

Образцы <i>Melilotus officinalis</i>	Диаметр зоны ингибирования (mm, \pm SD, P \leq 0.05)					
	Грамположительные бактерии		Грамнегативные бактерии		Гриб	Дрожжи
	<i>B. subtilis</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>C. albicans</i>	<i>Pichia anomala</i>
Эфирное масло	8.04 \pm 0.10	7.08 \pm 0.12	7.08 \pm 0.1	6.12 \pm 0.13	NA	NA
Бензиновый экстракт	6.04 \pm 0.10	NA	NA	NA	NA	NA
Хлороформный экстракт	7.04 \pm 0.10	6.08 \pm 0.12	NA	NA	NA	NA
Этилацетатный экстракт	9.04 \pm 0.10	8.08 \pm 0.12	6.08 \pm 0.12	6.12 \pm 0.13	NA	NA
96% этанольный экстракт	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ампициллин (10 мкг/диск)	28.04 \pm 0.10	27.08 \pm 0.12	NT	NT	NT	NT
Цефтриаксон (30 мкг/диск)	NT	NT	26.08 \pm 0.12	28.12 \pm 0.13	NT	NT
Флуконазол (25 мкг/диск)	NT	NT	NT	NT	30.04 \pm 0.10	NT

Примечания: NA – не активный; NT – не тестирован.

Выводы

Методом ГХ-МС изучен компонентный состав ЭМ воздушно-сухой и свежей надземной части донника лекарственного, произрастающего в Узбекистане, и изучена ее антибактериальная активность. Доминирующими компонентами ЭМ являются кумарин, актинидин, мальтол. Компонентный химический состав ЭМ донника лекарственного, произрастающего в Узбекистане, значительно отличается от состава ЭМ растений, произрастающих в других регионах. Установлено, что ЭМ и экстракты из воздушно-сухого донника лекарственного проявляют антибактериальный эффект по отношению тест штаммов грамположительных и грамотрицательных бактерий. При этом ЭМ, а также этилацетатный экстракт из надземной части растения оказались наиболее активными в отношении *Bacillus subtilis* и *Staphylococcus aureus*.

Список литературы

1. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства *Hydrangeaceae* – *Haloragaceae*. Л., 1987. С. 160–161.
2. Халматов Х.Х., Харламов И.А., Алимбаева П.К., Каррыев М.О., Хаитов И.Х. Основные лекарственные растения Средней Азии. Ташкент, 1984. С. 60–61.
3. Куркин В.А. Фармакогнозия. Самара, 2007. С. 182–183.
4. Al-Snafi A.E. Chemical Constituents and Pharmacological Effects of *Melilotus officinalis* – A Review // IOSR Journal of Pharmacy. 2020. Vol. 10. N1. Pp. 26–36.
5. Патент №2223110 (РФ). Противоишемический растительный препарат мелилотин и способ его получения / Б.К. Котовский, Е.И. Саканян, Е.Е. Лесновская, Л.В. Пастушенков, Н.Ю. Фролова, О.М. Локтева, С.Л. Петрова, Н.В. Марченко. 2004.
6. Liu Y.T., Gong P.H., Xiao F.Q., Shao S., Zhao D.Q., Yan M.M., Yang X.W. Chemical constituents and antioxidant, anti-inflammatory and anti-tumor activities of *Melilotus officinalis* (Linn.) Pall. // Molecules. 2018. Vol. 23. N2. P. 271. DOI: 10.3390/molecules23020271.
7. Al boudi H., Daood N., Mayla L.M. Study of the main components of the organic matter extracted from the leaves of Syrian *Melilotus officinalis* plant using GCMS and their effects on some of pathogenic microorganisms // Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies. Basic Sciences Series. 2018. Vol. 40. N5. Pp. 163–177.
8. Бубенчикова В.Н., Дроздова И.Л. Изучение состава фенольных соединений донника лекарственного методом ВЭЖХ // Химико-фармацевтический журнал. 2004. Т. 38. №4. С. 24–25.
9. Anwer M.S., Mohtasheem M., Azhar I., Hasan M., Bano H. Chemical constituents from *Melilotus officinalis* // J. Basic App. Sci. 2008. Vol. 4. N2. Pp. 89–94.
10. Грудько І.В. Фармакогностичне дослідження видів роду *Melilotus* L. флори України: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. Харків, 2013. 20 с.

11. Ефремов А.А., Зыкова И.Д., Целуковская М.М. Компонентный состав донника лекарственного (желтого) // Химия растительного сырья. 2012. №3. С. 111–114.
12. Ilhan M., Ali Z., Khan I.A., Kupeli Akkol E. A new isoflavane-4-ol derivative from *Melilotus officinalis* (L.) Pall. // Nat. Prod. Res. 2019. Vol. 33. N13. Pp. 1856–1861. DOI: 10.1080/14786419.2018.1477152.
13. Hirakawa T., Okawa M., Kinjo J., Nohara T. A New Oleanene Glucuronide Obtained from the Aerial Parts of *Melilotus officinalis* // Chem. Pharm. Bull. 2000. Vol. 48. N2. Pp. 286–287. DOI: 10.1248/cpb.48.286.
14. Харлампович Т.А. Фитохимическое изучение и стандартизация донника лекарственного травы, произрастающей на территории Алтайского края: автореф. дисс. ... канд. фарм. наук. Пермь, 2014. 21 с.
15. Adams R.P. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Mass Spectrometry. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, Illinois, 2007. 804 p.
16. Babushok V.I., Linstrom P.J., Zenkevich I.G.J. Retention Indices for Frequently Reported Compounds of Plant Essential Oils // Phus. Chem. Ref. Data. 2011. Vol. 40. N4. 043101.
17. Зыкова И.Д., Ефремов А.А. Сравнительный анализ составов эфирных масел *Melilotus albus* medicus *Melilotus officinalis* // Сибирский медицинский журнал. 2013. №5. С. 112–114.
18. Gudlzenko A.V., Vinogradov B.A. Chemical Composition of the Essential Oil from *Melilotus officinalis* (L.) Pall // World Applied Sciences Journal. 2014. Vol. 29. N2. Pp. 171–172. DOI: 10.5829/idosi.wasj.2014.29.02.1240.
19. Ковалева А.М., Грудько И.В., Комиссаренко А.Н., Кошевой О.Н. Хромато-масс-спектрометрическое определение компонентов эфирного масла донника лекарственного // Вісник фармації. 2009. №4. С. 12–15.
20. Quijano-Celis C.E., Pino J.A., Morales G. Chemical Composition of the Leaves Essential Oil of *Melilotus officinalis* (L.) Pallas from Colombia // Journal of Essential Oil Bearing Plants. 2010. Vol. 13. N3. Pp. 313–315. DOI: 10.1080/0972060X.2010.10643826.
21. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests. CLSI document M02. 13th Edition. PA, USA, 2018. 92 p.
22. DIN, Deutsche Institution für Normung e.V., DIN Taschenbuch 222, Medizinische Mikrobiologie und Immunologie. Beuth-Verlag, Berlin, 2004.
23. Sasmakov S.A., Putieva Zh.M., Azimova Sh.S., Lindequist U. In vitro screening of the cytotoxic, antibacterial and antioxidant activities of some Uzbek plants used in folk medicine // Asian Journal of Traditional Medicines. 2012. Vol. 7. N2. Pp. 73–80.

Поступила в редакцию 26 октября 2021 г.

После переработки 19 ноября 2021 г.

Принята к публикации 24 ноября 2021 г.

Для цитирования: Усманова Н.К., Бобакулов Х.М., Каримов А.М., Сасмаков С.А., Ботиров Э.Х., Азимова Ш.С., Абдуллаев Н.Д. Компонентный состав и антимикробная активность эфирного масла *Melilotus officinalis* (L.) Pall, произрастающего в Узбекистане // Химия растительного сырья. 2022. №1. С. 161–168. DOI: 10.14258/jcrpm.20220110514.

Usmanova N.K.¹, Bobakulov Kh.M.^{2,3}, Karimov A.M.², Sasmakov S.A.², Botirov E.Kh.^{2*}, Asimova Sh.S.², Abdulayev N.D.² COMPONENT COMPOSITION AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF THE ESSENTIAL OIL *MELILOTUS OFFICINALIS* (L.) PALL, GROWING IN UZBEKISTAN

¹ Namangan State University, ul. Uychinskaya, 316, Namangan, 160100 (Uzbekistan)

² Institute of Chemistry of Plant Substances acad. S.Yu. Yunusov AS RUZ, ul. M. Ulugbeka, 77, Tashkent, 100170 (Uzbekistan), e-mail: botirov-nepi@mail.ru

³ Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, ul. Kary Niyoziy, 39, Tashkent, 100000 (Uzbekistan)

The component composition of the essential oil (EO) from the air-dry and fresh aerial parts of the plant *Melilotus officinalis* (L.) Pall growing on the territory of the Namangan region of the Republic of Uzbekistan during the flowering period has been studied. The GC-MS method identified 49 compounds in the EO from an air-dry plant, while 22 substances were found in the EO from a fresh plant, which is 98.0% and 99.2% of the total amount of EO, respectively.

The main components of EO, both air-dry and fresh aboveground parts, is coumarin, the content of which is 83.2% and 87.9%, respectively. EOs also contained alcohols, carboxylic acids, aldehydes and ketones, a small amount of monoterpenes and oxidized monoterpenes, etc. The antimicrobial activity of essential oil against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* was studied.

Keywords: *Melilotus officinalis*, essential oil, GC-MS analysis, antimicrobial activity.

Referenses

1. *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. Families Hydrangeaceae–Haloragaceae]. Leningrad, 1987, pp. 160–161. (in Russ.).
2. Khamlatov Kh.Kh., Kharlamov I.A., Alimbayeva P.K., Karryyev M.O., Khaitov I.Kh. *Osnovnyye lekarstvennyye rasteniya Sredney Azii*. [The main medicinal plants of Central Asia]. Tashkent, 1984, pp. 60–61. (in Russ.).
3. Kurkin V.A. *Farmakognoziya*. [Pharmacognosy]. Samara, 2007, pp. 182–183. (in Russ.).
4. Al-Snafi A.E. *IOSR Journal of Pharmacy*, 2020, vol. 10, no. 1, pp. 26–36.
5. Patent 2223110 (RU). 2004. (in Russ.).
6. Liu Y.T., Gong P.H., Xiao F.Q., Shao S., Zhao D.Q., Yan M.M., Yang X.W. *Molecules*, 2018, vol. 23, no. 2, p. 271. DOI: 10.3390/molecules23020271.
7. Al boudi H., Daood N., Mayla L.M. *Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies. Basic Sciences Series*, 2018, vol. 40, no. 5, pp. 163–177.
8. Bubenchikova V.N., Drozdova I.L. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 2004, vol. 38, no. 4, pp. 24–25. (in Russ.).
9. Anwer M.S., Mohtasheem M., Azhar I., Hasan M., Bano H. *J. Basic App. Sci.*, 2008, vol. 4, no. 2, pp. 89–94.
10. Hrud'ko I.V. *Farmakohnostychnye doslidzhennya vydiv rodu Melilotus L. flory Ukrayiny: avtoref. dys. ... kand. farm. nauk*. [Pharmacognostic study of species of the genus *Melilotus L.* flora of Ukraine: author's ref. dis. ... cand. farm. Science]. Kharkiv, 2013, 20 p. (in Ukr.).
11. Efremov A.A., Zykova I.D., Tselukovskaya M.M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2012, no. 3, pp. 111–114. (in Russ.).
12. Ilhan M., Ali Z., Khan I.A., Kupeli Akkol E. *Nat. Prod. Res.*, 2019, vol. 33, no. 13, pp. 1856–1861. DOI: 10.1080/14786419.2018.1477152.
13. Hirakawa T., Okawa M., Kinjo J., Nohara T. *Chem. Pharm. Bull.*, 2000, vol. 48, no. 2, pp. 286–287. DOI: 10.1248/cpb.48.286.
14. Kharlampovich T.A. *Fitokhimicheskoye izucheniye i standartizatsiya donnika lekarstvennogo travy, proizrastayushchey na territorii Altayskogo kraya: avtoref. diss. ... kand. farm. nauk*. [Phytochemical study and standardization of the medicinal herb sweet clover growing on the territory of the Altai Territory: Ph.D. diss. ... cand. farm. Sciences]. Perm', 2014, 21 p. (in Russ.).
15. Adams R.P. *Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Mass Spectrometry*. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, Illinois, 2007, 804 p.
16. Babushok V.I., Linstrom P.J., Zenkevich I.G.J. *Phus. Chem. Ref. Data*, 2011, vol. 40, no. 4, 043101.
17. Zykova I.D., Yefremov A.A. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*, 2013, no. 5, pp. 112–114. (in Russ.).
18. Gud'zenko A.V., Vinogradov B.A. *World Applied Sciences Journal*, 2014, vol. 29, no. 2, pp. 171–172. DOI: 10.5829/idosi.wasj.2014.29.02.1240.
19. Kovaleva A.M., Grud'ko I.V., Komissarenko A.N., Koshevoy O.N. *Visnik farmatsii*, 2009, no. 4, pp. 12–15. (in Ukr.).
20. Quijano-Celis C.E., Pino J.A., Morales G. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 2010, vol. 13, no. 3, pp. 313–315. DOI: 10.1080/0972060X.2010.10643826.
21. *Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests. CLSI document M02. 13th Edition*. PA, USA, 2018, 92 p.

* Corresponding author.

22. DIN, Deutsche Institution für Normung e.V., DIN Taschenbuch 222, Medizinische Mikrobiologie und Immunologie. Beuth-Verlag, Berlin, 2004.
23. Sasmakov S.A., Putieva Zh.M., Azimova Sh.S., Lindequist U. *Asian Journal of Traditional Medicines*, 2012, vol. 7, no. 2, pp. 73–80.

Received October 26, 2021

Revised November 19, 2021

Accepted November 24, 2021

For citing: Usmanova N.K., Bobakulov Kh.M., Karimov A.M., Sasmakov S.A., Botirov E.Kh., Asimova Sh.S., Abdullayev N.D. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2022, no. 1, pp. 161–168. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20220110514.