

УДК 615.322+543.544.45

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЭФИРНЫХ МАСЕЛ *MELILOTUS OFFICINALIS* И *MELILOTUS ALBUS*, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

© A.B. Великородов*, А.П. Лактионов, С.Б. Носачев, Л.В. Морозова

Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева,
пл. Шаумяна, 1, Астрахань, 414000, Россия, avelikorodov@mail.ru

Методом пародистилляции получены образцы эфирного масла из наземной части *Melilotus officinalis* и *Melilotus albus*, дикорастущих в Астраханской области в фазу цветения. Продолжительность процесса пародистилляции установлена экспериментально на основании изучения динамики изменения выхода эфирного масла во времени. Выход эфирного масла определяли в % в пересчете на вес воздушно-сухого сырья. Выход эфирных масел составил 0.9 и 0.8% соответственно. Методом газожидкостной хроматографии осуществлен количественный анализ основных компонентов образцов эфирного масла *M. officinalis* и *M. albus*. Количественное содержание компонентов эфирного масла вычислялось по площадям газохроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Качественный анализ проводили путем сравнения линейных индексов удерживания. Основным компонентом эфирного масла *M. officinalis* и *M. albus* является кумарин, содержание которого составляет 86.37 и 80.02% соответственно. В эфирном масле *M. albus* мажорными компонентами являются также ди-2-этилгексиловый эфир пальмитиновой кислоты (10.5%), карвон гидрат (1.49%) и гумулен (1.10%). Другими основными компонентами эфирного масла *M. officinalis* помимо кумарина являются фенилэтиловый спирт (3.19%), карифиллен (2.15%), актинидин (1.39%) и дигидрокумарин (1.29%).

Ключевые слова: донник лекарственный, донник белый, пародистилляция, эфирное масло, кумарин, дигидрокумарин, карвон гидрат, карифиллен, актинидин, ди-2-этилгексиловый эфир пальмитиновой кислоты, гумулен.

Для цитирования: Великородов А.В., Лактионов А.П., Носачев С.Б., Морозова Л.В. Сравнительное изучение химического состава эфирных масел *Melilotus officinalis* и *Melilotus albus*, произрастающих в Астраханской области // Химия растительного сырья. 2025. №2. С. 190–197. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250214516>.

Введение

Род Донник (*Melilotus* Mill.) включает около 20 видов, распространенных в умеренно теплых и субтропических областях Евразии и Африки. Некоторые представители рода являются ценными кормовыми и медоносными растениями (Бобров, 1987) [1].

В Астраханской области произрастают пять видов донника: Донник белый (*Melilotus albus* Medik.), донник зубчатый (*M. dentatus* (Waldst. & Kit.) Pers.), донник лекарственный (*M. officinalis* (L.) Pall.), донник польский (*M. polonicus* (L.) Pall.) и донник волжский (*M. wolgicus* Poir.) (Лактионов, 2009) [2].

Для исследования нами выбраны *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (желтые цветки) и *Melilotus albus* Medik. (белые цветы).

Melilotus officinalis (L.) Pall. и *Melilotus albus* Medik. встречаются по всей Западной Палеарктике и являются заносными или интродуцированными во многие внетропические страны.

Авторами статьи [3] изучен компонентный состав эфирного масла, полученного методом гидродистилляции из воздушно-сухой и свежей надземной части лекарственного растения *Melilotus officinalis* (L.) Pall (донник лекарственный), произрастающего на территории Наманганская области Республики Узбекистан. Методом ГХМС в составе эфирных масел идентифицировано 49 и 22 соединений соответственно в воздушно-сухом и свежем растительном сырье. Установлено, что главным компонентом эфирного масла в обоих случаях является кумарин, содержание которого составляет 83.2 и 87.9% соответственно. Кроме того, в эфирном масле из воздушно-сухого растения обнаружены также актинидин (2.0%), мальтол (1.1%),

* Автор, с которым следует вести переписку.

лимонен, γ -терпинен, 1,8-цинеол, терпинен-4-ол, α -терpineол, *D*-карвон, кариофиллен, оксида кариофиллена, β -дамасценон, фитол, бензиловый и фенилэтиловый спирты, ванилин, 4-винилгваякол и другие соединения. В составе эфирного масла 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. Показано, что компонентный состав эфирного масла донника, произрастающего в Узбекистане, значительно отличается от состава эфирного масла донника лекарственного, произрастающего в других регионах. Выявлена антимикробная активность эфирного масла в отношении *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, *Pichia anomala*.

Изучение химического состава эфирного масла, полученное из высушенной надземной части травы донника лекарственного (L.) Pall, произрастающего на Украине (Борисполь) показало, что главными компонентами являлись гексагидрофарнезилацетон (16.64%), эвдесмол (11.49%) и глобулол (8.65%) [4].

Основными компонентами эфирного масла донника лекарственного, произрастающего в окрестностях Красноярска, являются 4-эпи-акоренон (19.55%), бензиловый спирт (17.63%), ди-*n*-бутилфталат (11.38%) и хамазулен (8.51%) [5].

В эфирном масле, полученного гидродистилляцией наземной части донника белого, произрастающего в окрестностях Красноярска, идентифицировано 30 основных компонентов. Отмечено высокое содержание 2-этилгексилового эфира гексадекановой кислоты (32.6%), бензилового спирта (11.1%) и хамазулена (7.4%) [6].

Методами ГХМС изучен химический состав эфирного масла из листьев донника лекарственного (L.) Pallas, выращиваемого в Колумбии. Было идентифицировано 35 летучих соединений, наиболее заметными из которых были кумарин (35.3%) и (Z)-3-гексен-1-ол (25.9%) [7].

Изучение компонентного состава эфирного масла *Melilotus albus*, произрастающего в Узбекистане и полученного методом гидродистилляции, показало, что основным компонентом его является кумарин (97.92%) [8].

В работе [9] представлены результаты хромато-масс-спектрометрического изучения эфирного масла травы *Melilotus albus*, произрастающего на Украине. В эфирном масле выявлены насыщенные и ненасыщенные углеводороды, кумарин, мелилотовая кислота, дигидрокумарин и сквален.

Показано, что *Melilotus albus* оказывает благотворное влияние на организм человека и это растение можно использовать в фитотерапии, косметике, а также в качестве пищевой добавки [10].

Авторами работы [11] исследована противогрибковая активность *in vitro* метанольных экстрактов *Melilotus indicus*, *Melilotus alba* в отношении почвенных фитопатогенов *Rhizoctonia solani*, *Rhizoctonia oryzae*, *Fusarium fujikuroi*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium ultimum* и *Pyricularia oryzae*. Минимальные ингибирующие концентрации находились в диапазоне от 0.781 до 25 мг/мл, тогда как значения минимальной фунгицидной концентрации находились в диапазоне от 3.125 до 25 мг/мл. Установлено, что экстракты *M. parviflora* показали самую высокую ингибирующую активность (119.5%) в отношении *P. ultimum*, в то время как экстракт *M. indicus* показал наименьшую ингибирующую активность (97%) в отношении *F. oxysporum*.

Melilotus officinalis L. Pall. традиционно используется для лечения гипертонии и хронической венозной недостаточности. Исследователями из Пакистана изучено гипотензивное действие бутанольной фракции донника лекарственного на анестезированных нормотензивных крысах в дозах 60, 80 и 100 мг/кг внутривенно. При этом выявлено значительное ($P<0.05$) снижение артериального давления [12].

Рядом исследований показано, что вещества, содержащиеся в экстрактах наземной части *Melilotus officinalis* L. Pall., обладают антиоксидантным, противовоспалительным и противоопухолевым действием [13–16].

Melilotus officinalis содержит кумарины, мелилотин, фенольные кислоты, флавоноиды, стероиды, сапонины, летучие масла, жиры, тритерпены, углеводы, сахара, антрахиноновые гликозиды, слизь, дубильные вещества, бис-гидроксикумарин, холин, спирты, мочевую кислоту и многие соединения. Донник лекарственный обладает противомикробным, антиоксидантным, противоопухолевым, противоопухолевым, противовоспалительным, нейролептическим, защитным, седативным, анксиолитическим, расслабляющим гладкую мускулатуру, гипотензивным и многими другими фармакологическими эффектами [17].

Цель настоящей работы – сравнительное изучение химического состава образцов эфирного масла *M. officinalis* и *M. albus* в фазу цветения, количественное определение их основных компонентов.

Экспериментальные условия

Сырье *Melilotus officinalis* (L.) Pall собирали на суходольном лугу в Икрянинском районе ($46^{\circ}10'54.8''\text{N}$ $47^{\circ}50'01.4''\text{E}$), *Melilotus albus* Medik. – на межбугровом понижении в Наримановском районе ($46^{\circ}24'40.2''\text{N}$ $47^{\circ}57'09.9''\text{E}$) Астраханской области. Сырье анализировали в сухом виде. Сухое сырье получали согласно правилам сбора и сушки лекарственных растений [18]. Сырье во избежание разрушения биологически активных веществ и для удаления излишней влаги высушивали сразу после сбора наиболее распространенным методом – воздушной сушкой, основанной на свободном доступе воздуха к растительному материалу, разложенному в затемненном месте.

Выделение эфирного масла из измельченной наземной части осуществляли методом пародистилляции при атмосферном давлении в аппарате из нержавеющей стали из воздушно-сухого сырья массой 5 кг, дистиллят отбирали в течение 6 ч. Масло сушили безводным сульфатом натрия, отделяли от осушителя декантацией. Продолжительность процесса пародистилляции установлена экспериментально на основании изучения динамики изменения выхода эфирного масла во времени. Выход эфирного масла определяли в % в пересчете на вес воздушно-сухого сырья.

Качественный и количественный составы образцов эфирного масла проводили на хроматографе Shimadzu GS 2010 с масс-селективным детектором GCMS-QP 2010. Для идентификации компонентов использовали библиотеку масс спектров NIST 14.

Образцы эфирного масла растворяли в бензоле в соотношении 1 : 150 по объему. Колонка неполярная OPTIMA-1 (метилсиликон, твердо связанный) 25 м, диаметр 0.25 мм. Режим хроматографирования: инжектор – 180°C ; детектор – 200°C ; интерфейс – 205°C ; газ носитель – гелий (99.9999%), 1 см³/мин при делении потока 1 : 25; термостат – 60°C 1 мин, 2 град/мин до 70°C , 5 град/мин до 190°C , затем 30 град/мин до 280°C , изотерма 2 минуты. Режим регистрации масс-спектров – 39–550 m/z. Для определения линейных индексов эфирное масло и нормальные парафины (C₉–C₂₂) растворяли в бензоле. n-Парафины разбавляли до концентрации 0.007% по объему, эфирное масло донника – 1 : 30000 по объему. Объем вводимой пробы составлял 1 мкл. Количественное содержание компонентов эфирного масла вычислялось по площадям газохроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Качественный анализ проводили путем сравнения линейных индексов удерживания [19] и полных масс-спектров компонентов с соответствующими данными чистых соединений (% сходимости $\geq 95\%$). Линейные индексы удерживания рассчитывали по формуле, приведенной в работах [20, 21].

Обсуждение результатов

Выходы эфирного масла в пересчете на вес воздушно сухого сырья *Melilotus officinalis* и *Melilotus albus* составили 0.9 и 0.8% соответственно.

В таблице приведены идентифицированные в эфирном масле донника лекарственного и донника белого соединения, а также их количественное содержание.

Найдено, что основным компонентом эфирного масла *M. officinalis* и *M. albus* является кумарин, содержание которого составляет 86.37 и 80.02% соответственно. В эфирном масле *M. albus* мажорными компонентами являются также ди-2-этилгексиловый эфир пальмитиновой кислоты (10.5%), карвон гидрат (1.49%) и гумулен (1.10%). Другими основными компонентами эфирного масла *M. officinalis* помимо кумарина являются фенилэтиловый спирт (3.19%), карифиллен (2.15%), актинидин (1.39%) и дигидрокумарин (1.29%).

Ранее авторами статьи [22] проведен сравнительный анализ компонентных составов эфирных масел донника белого и донника желтого, произрастающих в окрестностях Красноярска. Идентифицировано 30 компонентов эфирного масла *M. albus* и 18 компонентов масла *M. officinalis* L. Сравнительный анализ показал, что основным компонентом эфирного масла *M. albus* является ди-2-этилгексиловый эфир пальмитиновой кислоты (32.6%), а эфирного масла *M. officinalis* – 4-эпи-акоренон (19.6%).

Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии найдено содержание кумарина в различных вегетативных органах донника лекарственного, произрастающего в пяти различных районах Республики Татарстан. Показано, что наибольшая концентрация кумарина в *Melilotus officinalis* L. содержится в цветках независимо от места произрастания. Повышенное содержание кумарина в доннике лекарственном, произрастающем в Верхнеуслонском районе, авторы объяснили высоким уровнем инсоляции [23].

Количественный состав эфирного масла донника лекарственного и донника белого

Название компонента	Индекс удер-живания RI	Содержание, в % от цельного масла	
		<i>Melilotus officinalis</i>	<i>Melilotus albus</i>
1-Бутанол	652	<0.1	—
Фурфураль	829	0.39	0.13
Фурфуриловый спирт	850	0.1	<0.1
2-(E)-Гексаналь	852	0.29	—
Бензальдегид	958	0.12	0.12
Гексановая кислота	995	0.37	—
Фенилацетальдегид	1023	0.42	—
Бензиловый спирт	1032	0.13	0.27
Салициловый альдегид	1043	0.2	0.12
Фенилэтиловый спирт	1112	3.19	0.32
Мальтол	1129	—	0.19
Изоборнеол	1156	—	0.13
Терпинен-4-ол	1177	0.57	—
α -Терpineол	1186	0.20	—
Метилсалицилат	1192	—	0.10
Кумаран	1201	—	0.50
Вербенонон	1210	—	0.73
3,5-Дигидроксиацетофенон	1215	—	0.11
<i>n</i> -Анисовый альдегид	1255	—	0.15
Борнилацетат	1287	—	0.22
Нонановая кислота	1300	0.26	
4-Винилгвайкол	1312	0.12	0.57
Дигидрокумарин	1360	1.29	0.1
β -(E)-Дамасценон	1385	0.15	0.12
Ванилин	1394	0.11	0.26
Декановая кислота	1400	0.30	—
Кариофиллен	1422	2.15	0.73
Карвон гидрат	1426	—	1.49
Кумарин	1435	86.37	80.02
Апоцинин	1447	—	<0.1
Гумулен	1456	—	1.10
Муурола-4,11-диен	1462	—	0.31
4-Гидроксиацетофенон	1472	0.10	—
Гермакрен Д	1484	—	0.20
δ -Кадинен	1527	—	0.22
Дигидроактинолид	1536	0.18	0.44
α -Кадинен	1541	—	0.40
Спатуленол	1580	—	0.19
Оксид кариофиллена	1586	0.35	—
Ди-2-этилгексиловый эфир пальмитиновой кислоты	1755	—	10.5
Гексадеканаль	1817	—	0.16
Актинидин	1832	1.39	—
Гексагидрофарнезилацетон	1846	0.29	—
Гексадекановая кислота	1965	0.65	—
Фитол	2113	0.30	—
<i>Альдегиды</i>		1.53	0.94
<i>Спирты</i>		4.57	0.98
<i>Карбоновые кислоты</i>		1.58	—
<i>Сложные эфиры</i>		—	10.82
<i>Другие соединения</i>		92.31	87.24
<i>Всего</i>		99.99%	99.98

В последние годы за рубежом опубликовано много работ, доказывающих эффективность кумарина и его производных при лечении диабетических осложнений, таких как нефропатия и сердечно-сосудистые заболевания. Авторами статьи [24] предложен антидиабетический механизм действия кумаринов. Сообщалось также о противоопухолевом действии кумаринов и их производных [25].

Как следует из приведенных данных, химический состав эфирного масла донника лекарственного и донника белого характеризуется присутствием кумарина в отличие от аналогичных видов донника,

произрастающих в Сибирском регионе. В то же время хемотипы донника лекарственного, дикорастущих в Астраханской области и в Республике Узбекистан, мало отличаются друг от друга, что, возможно, обусловлено высокой инсоляцией в этих регионах.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить качественный и количественный химический состав образцов эфирного масла растений *M. officinalis* L. и *M. albus*, дикорастущих в Астраханской области. Состав эфирных масел растений, вероятно, связан как с их видовой принадлежностью, так и особенностями почвенно-климатических условий произрастания, в частности, с высокой инсоляцией. Возможно, кумарин можно было бы использовать в качестве химического маркера [26] в хемосистематике растений рода *Melilotus*, произрастающих в регионах с высокой инсоляцией.

Финансирование

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Астраханского государственного университета имени В.Н. Татищева. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Открытый доступ

Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы дадите соответствующие ссылки на автора(ов) и источник и предоставите ссылку на Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

1. Таловина Г.В. Род *Melilotus* Mill. во флоре России и сопредельных стран: систематика, география, экология, стратегия сохранения: дисс. ... канд. биол. наук. СПб, 2011. 234 с.
2. Лактионов А.П. Флора Астраханской области. Астрахань, 2009. 296 с.
3. 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. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20220110514>.
4. Gudzenko A.V., Vinogradov B.A. Chemical composition of the essential oil from *Melilotus officinalis* (L.) Pall // World Applied Sci. J. 2014. Vol. 29, no. 2. Pp. 171–174. <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2014.29.02.1240>.
5. Ефремов А.А., Зыкова И.Д., Целуковская М.М. Компонентный состав биологически активных веществ донника лекарственного // Химия растительного сырья. 2012. №3. С. 111–114.
6. Зыкова И.Д., Ефремов А.А. Компонентный состав эфирного масла *Melilotus albus* Medikus (Fabaceae) // Химия растительного сырья. 2012. №4. С. 109–112.
7. 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, no. 3. Pp. 313–315. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2010.10643826>.
8. Usmanova N.Q., Bobakulov K.M., Botirov E.K. Chemical components of *Melilotus officinalis* and *Melilotus albus*, growing in Uzbekistan // SJFSU. 2023. Vol. 29, no. 1. Pp. 55–59. <https://doi.org/10.56292/SJFSU/vol29iss1/a117>.
9. Грудько И.В., Ковалева А.М., Колесник Я.С. Хромато-масс-спектрометрическое определение компонентов эфирных масел донника белого, донника крымского и донника волжского // GISAP: Medical Science, Pharmacology. 2017. №14. С. 34–35.
10. Ed-Dahmani I., El fadili M., Kandsi F., Conte R., El Atki Y., Kara M., Assouguem A., Touijer H., Lfitat A., Nouioura G., Slighoua M., Ullah R., Al-Tamimi J.H., Taleb M., Abdellaoui A. Phytochemical, Antioxidant Activity, and Toxicity of Wild Medicinal Plant of *Melilotus albus* Extracts, *In Vitro* and *In Silico* Approaches // ACS Omega. 2024. Vol. 9, no. 8. Pp. 9236–9246. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c08314>.
11. Khan S., Shinwari M.I., Haq A., Ali K.W., Rana T., Badshah M., Khan S.A. Fourier-transform infrared spectroscopy analysis and antifungal activity of methanolic extracts of *Medicago parviflora*, *Solanum nigrum*, *Melilotus alba* and *Melilotus indicus* on soil-borne phytopathogenic fungi // Pak. J. Bot. 2018. Vol. 50, no. 4. Pp. 1591–1598.
12. Anwer S., Shamim S., Ahmed S., Hasan M.M., Azhar I. Hypotensive activity of *Melilotus officinalis* (L.) Pallas // Eur. J. Med. Ser. B. 2015. Vol. 3, no. 2. Pp. 80–85. <https://doi.org/10.13187/ejm.s.b.2015.3.80>.
13. Liu Yu.-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. Article 271. <https://doi.org/10.3390/molecules23020271>.

14. Horváth G., Csikós E., Andres E.V., Bencsik T., Tokátsy A., Gulyás-Fekete G., Turcsi E., DeliJ., Szöke É., Kamény Á., Payrits M., Szent L., Kocsis M., Molnár P., Helyes Z. Analyzing the carotenoid composition of Melilot (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.) extracts and the effects of isolated (All-E)-lutein-5,6-epoxide on primary sensory neurons and macrophages // *Molecules*. 2021. Vol. 26. Article 503. <https://doi.org/10.3390/molecules26020503>.
15. Pleșca-Manea L., Pârvu A.E., Pârvu M., Taamaş M., Buia R., Puia M. Effects of *Melilotus officinalis* (L.) on acute inflammation // *Phytotherapy Research*. 2002. Vol. 16, no. 4. Pp. 316–319. <https://doi.org/10.1002/ptr.875>.
16. Sheikh N.A., Desai T.R., Patel R.D. Pharmacognostic evaluation of *Mililotus officinalis* Linn. // *Pharmacogn. J.* 2016. Vol. 8, no. 3. Pp. 239–242. <https://doi.org/10.5530/pj.2016.3.11>.
17. Al-Snafi A.E. Chemical constituent and pharmacological effects of *Melilotus officinalis* – A review // *IOSR Journal of pharmacy*. 2020. Vol. 10, no. 1. Pp. 23–26.
18. Правила сбора и сушки лекарственных растений. М., 1985. 321 с.
19. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. Новосибирск, 2008. 969 с.
20. Великородов А.В., Ковалев В.Б., Тырков А.Г., Дегтярев О.В. Изучение химического состава и противогрибковой активности эфирного масла *Lophanthus Anisatum* Benth // Химия растительного сырья. 2010. №2. С. 143–146.
21. Великородов А.В., Пилипенко В.Н., Пилипенко Т.А., Тырков А.Г. Изучение химического состава эфирного масла *Tamarix Ramosissima* // Химия растительного сырья. 2017. №4. С. 117–120. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2017042041>.
22. Зыкова И.Д., Ефремов А.А. Сравнительный анализ составов эфирных масел *Melilotus albus* Medikus и *Melilotus officinalis* L. Pall // Сибирский медицинский журнал. 2013. №5. С. 112–114.
23. Аттобрах Н.К., Хуснетдинова Л.З., Дубровная С.А., Акулов А.Н. Определение кумарина в *Melilotus officinalis* (L.) Pall. методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // АгроЭкоИнфо. 2020. №3. URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/3/st_304.pdf.
24. Pan Y., Liu T., Wang X., Sun J. Research progress of coumarins and their derivatives in the treatment of deabets // *J. Enzyme Inhib. Med. Chem.* 2022. Vol. 37, no. 1. Pp. 616–628. <https://doi.org/10.1080/14756366.2021.2024526>.
25. Bhattacharai N., Kumbhar A.A., Pokharel Y.R., Yadav P.N. Anticancer potential of coumarin and its derivatives // *Mini-Rev. Med. Chem.* 2021. Vol. 21, no. 19. Pp. 2996–3029. <https://doi.org/10.2174/1389557521666210405160323>.
26. Zhang J., Di H., Luo K., Jahufer Z., Wu F., Duan Z., Stewart A., Yan Z., Wang Y. Coumarin content, morphological variation, and molecular phylogenetics of *Mellilotus* // *Molecules*. 2018. Vol. 23, no. 4. Article 810. <https://doi.org/10.3390/molecules23040810>.

Поступила в редакцию 26 декабря 2023 г.

После переработки 14 марта 2024 г.

Принята к публикации 10 октября 2024 г.

Velikorodov A.V., Laktionov A.P., Nosachev S.B., Morozova L.V. COMPARATIVE STUDY OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF MELILOTUS OFFICINALIS AND MELILOTUS ALBUS ESSENTIAL OILS GROWING IN THE ASTRAKHAN REGION*

Astrakhan Tatischchev State University, pl. Shaumyan, 1, Astrakhan, 414000, Russia, avelikorodov@mail.ru

Using the hydrodistillation method, samples of essential oil were obtained from the ground parts of *Melilotus officinalis* and *Melilotus albus*, growing wild in the Astrakhan region during the flowering phase. The duration of the steam distillation process was established experimentally based on studying the dynamics of changes in the yield of essential oil over time. The yield of essential oil was determined in % based on the weight of absolutely dry raw materials. The highest yield of essential oil is obtained from plants during the flowering phase (0.8–0.9%). Using gas-liquid chromatography, a quantitative analysis of the main components of the essential oil samples of *M. officinalis* and *M. albus* was carried out. The quantitative content of essential oil components was calculated from the areas of gas chromatographic peaks without using correction factors. Qualitative analysis was performed by comparing linear retention indices. The main component of the essential oil of *M. officinalis* and *M. albus* is coumarin, the content of which is 86.37 and 80.02%, respectively. In the essential oil of *M. albus*, the major components are also di-2-ethylhexyl ester of palmitic acid (10.5%), carvone hydrate (1.49%), and humulene (1.10%). Other major components of *M. officinalis* essential oil besides coumarin are phenylethyl alcohol (3.19%), caryophyllene (2.15%), actinidin (1.39%), and dihydrocoumarin (1.29%).

Keywords: *Melilotus officinalis*, *Melilotus albus*, hydrodistillation, essential oil, coumarin, dihydrocoumarin, carvone hydrate, caryophyllene, actinidin, palmitic acid di-2-ethylhexyl ester, humulene.

For citing: Velikorodov A.V., Laktionov A.P., Nosachev S.B., Morozova L.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2025, no. 2, pp. 190–197. (in Russ.). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250214516>.

References

1. Talovina G.V. *Rod Melilotus Mill. vo flore Rossii i sopredel'nykh stran: sistematika, geografiya, ekologiya, strategiya sokhraneniya: diss. ... kand. biol. nauk.* [Genus *Melilotus* Mill. in the flora of Russia and adjacent countries: systematics, geography, ecology, conservation strategy: diss. ... Cand. of Biological Sciences]. St. Petersburg, 2011, 234 p. (in Russ.).
2. Laktionov A.P. *Flora Astrakhanskoy oblasti.* [Flora of the Astrakhan Region]. Astrakhan', 2009, 296 p. (in Russ.).
3. Usmanova N.K., Bobakulov Kh.M., Karimov A.M., Sasmakov S.A., Botirov E.Kh., Azimova Sh.S., Abdullayev N.D. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2022, no. 1, pp. 161–168. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20220110514>. (in Russ.).
4. Gudzenko A.V., Vinogradov B.A. *World Applied Sci. J.*, 2014, vol. 29, no. 2, pp. 171–174. <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2014.29.02.1240>.
5. Yefremov A.A., Zykova I.D., Tselukovskaya M.M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2012, no. 3, pp. 111–114. (in Russ.).
6. Zykova I.D., Yefremov A.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2012, no. 4, pp. 109–112. (in Russ.).
7. Quijano-Celis C.E., Pino J.A., Morales G. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 2010, vol. 13, no. 3, pp. 313–315. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2010.10643826>.
8. Usmanova N.Q., Bobakulov K.M., Botirov E.K. *SJFSU*, 2023, vol. 29, no. 1, pp. 55–59. <https://doi.org/10.56292/SJFSU/vol29iss1/a117>.
9. Grud'ko I.V., Kovaleva A.M., Kolesnik Ya.S. *GISAP: Medical Science, Pharmacology*, 2017, no. 14, pp. 34–35. (in Russ.).
10. Ed-Dahmani I., El fadili M., Kandsi F., Conte R., El Atki Y., Kara M., Assouguem A., Touijer H., Lfitat A., Nouioura G., Slighoua M., Ullah R., Al-Tamimi J.H., Taleb M., Abdellaoui A. *ACS Omega*, 2024, vol. 9, no. 8, pp. 9236–9246. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c08314>.
11. Khan S., Shinwari M.I., Haq A., Ali K.W., Rana T., Badshah M., Khan S.A. *Pak. J. Bot.*, 2018, vol. 50, no. 4, pp. 1591–1598.
12. Anwer S., Shamim S., Ahmed S., Hasan M.M., Azhar I. *Eur. J. Med. Ser. B*, 2015, vol. 3, no. 2, pp. 80–85. <https://doi.org/10.13187/ejm.s.b.2015.3.80>.
13. Liu Yu.-T., Gong P.-H., Xiao F.-Q., Shao S., Zhao D.-Q., Yan M.-M., Yang X.-W. *Molecules*, 2018, vol. 23, article 271. <https://doi.org/10.3390/molecules23020271>.
14. Horváth G., Csikós E., Andres E.V., Benesik T., Tokátsy A., Gulyás-Fekete G., Turcsí E., DeliJ., Szöke É., Kamény Á., Payrits M., Szente L., Kocsis M., Molnár P., Helyes Z. *Molecules*, 2021, vol. 26, article 503. <https://doi.org/10.3390/molecules26020503>.
15. Pleșca-Manea L., Pârvu A.E., Pârvu M., Taamaş M., Buia R., Puia M. *Phytotherapy Research*, 2002, vol. 16, no. 4, pp. 316–319. <https://doi.org/10.1002/ptr.875>.
16. Sheikh N.A., Desai T.R., Patel R.D. *Pharmacogn. J.*, 2016, vol. 8, no. 3, pp. 239–242. <https://doi.org/10.5530/pj.2016.3.11>.
17. Al-Snafi A.E. *IOSR Journal of pharmacy*, 2020, vol. 10, no. 1, pp. 23–26.
18. *Pravila sbora i sushki lekarstvennykh rasteniy.* [Rules for collecting and drying medicinal plants]. Moscow, 1985, 321 p. (in Russ.).
19. Tkachev A.V. *Issledovaniye letuchikh veshchestv rasteniy.* [Study of plant volatile substances]. Novosibirsk, 2008, 969 p. (in Russ.).

* Corresponding author.

20. Velikorodov A.V., Kovalev V.B., Tyrkov A.G., Degtyarev O.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2010, no. 2, pp. 143–146. (in Russ.).
21. Velikorodov A.V., Pilipenko V.N., Pilipenko T.A., Tyrkov A.G. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2017, no. 4, pp. 117–120. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2017042041>. (in Russ.).
22. Zykova I.D., Yefremov A.A. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*, 2013, no. 5, pp. 112–114. (in Russ.).
23. Attobrakh N.K., Khusnetdinova L.Z., Dubrovina S.A., Akulov A.N. *AgroEkoInfo*, 2020, no. 3. URL: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/3/st_304.pdf. (in Russ.).
24. Pan Y., Liu T., Wang X., Sun J. *J. Enzyme Inhib. Med. Chem.*, 2022, vol. 37, no. 1, pp. 616–628. <https://doi.org/10.1080/14756366.2021.2024526>.
25. Bhattacharai N., Kumbhar A.A., Pokharel Y.R., Yadav P.N. *Mini-Rev. Med. Chem.*, 2021, vol. 21, no. 19, pp. 2996–3029. <https://doi.org/10.2174/1389557521666210405160323>.
26. Zhang J., Di H., Luo K., Jahufer Z., Wu F., Duan Z., Stewart A., Yan Z., Wang Y. *Molecules*, 2018, vol. 23, no. 4, article 810. <https://doi.org/10.3390/molecules23040810>.

Received December 26, 2023

Revised March 14, 2024

Accepted October 10, 2024

Сведения об авторах

Великородов Анатолий Валерьевич – доктор химических наук, профессор, профессор кафедры фундаментальной и прикладной химии, avelikorodov@mail.ru

Лактионов Алексей Павлович – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры фундаментальной биологии, alaktionov@list.ru

Носачев Святослав Борисович – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры фундаментальной и прикладной химии, sbn86chem@yandex.ru

Морозова Людмила Викторовна – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры фундаментальной биологии, botanika_shaumyna@list.ru

Information about authors

Velikorodov Anatoly Valerievich – Doctor of Chemical Sciences, Professor, Professor of the Department of Fundamental and Applied Chemistry, avelikorodov@mail.ru

Laktionov Aleksey Pavlovich – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Fundamental Biology, alaktionov@list.ru

Nosachev Svyatoslav Borisovich – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Fundamental and Applied Chemistry, sbn86chem@yandex.ru

Morozova Lyudmila Viktorovna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Fundamental Biology, botanika_shaumyna@list.ru