

УДК 615.322:547.913+543.544.45

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ДВУХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ РОДА *HAPLOPHYLLUM*, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В УЗБЕКИСТАНЕ

© О.К. Аскарова¹, М.С. Закирова¹, М. Нишонов², Х.А. Абдурахимов³, Э.Х. Ботиров^{4*}

¹ Ташкентский химико-технологический институт, ул. А. Навои, 32, Ташкент, 100011, Узбекистан

² Ферганский государственный университет, ул. Мураббийлар, 19, Фергана, 150100, Узбекистан

³ Гулистанский государственный университет, 4 микрорайон, 1, Гулистан, 120100, Узбекистан

⁴ Институт химии растительных веществ им. С.Ю. Юнусова АН РУз, ул. Мирзо Улугбека, 77, Ташкент, 100170, Узбекистан, botirov-nepi@mail.ru

Различные виды растений рода *Haplophyllum* (семейство *Rutaceae*) издавна применяются в народной медицине для лечения кожных, нервных заболеваний, а также в качестве противоядия при отравлениях, жаропонижающего, болеутоляющего, слабительного средства, при заболеваниях желудка и селезенки. Экстракти некоторых видов проявляют антиоксидантную, антибактериальную, инсектицидную, противопротозойную, противовоспалительную, эстрогенную противоопухолевую и цитотоксическую активность. Поэтому они привлекают внимание исследователей в качестве потенциальных источников биологически активных веществ, обладающих ценными фармакологическими свойствами. Изучен компонентный состав эфирного масла (ЭМ), полученного методом гидродистилляции из надземной части растения *Haplophyllum acutifolium* (DC.) G. Don fil. (цельнолистник остролистный). В составе ЭМ масла из надземной части *H. acutifolium* методом ГХ-МС обнаружено 64 соединения, что составляет 92.5% от массы масла. Идентифицировано 58 компонентов. При этом установлено, что ЭМ является богатым источником терпенов и в его составе преобладают сесквитерпеновые углеводороды (44.1%) и окисленные сесквитерпены (19.7%), тогда как содержание монотерпенов и окисленных монотерпенов составляет всего 4.1 и 4.8% соответственно.

Главными компонентами ЭМ являются α -элемол (12.6%), гермакрен В (12.5%), β -кариофиллен (8.4%), 3-метил-2-бутеналь (4.9%), гермакрен D (4.5%), δ -кадинен (3.1%), δ -селинен (3.0%), аллоармадендрен (2.5%), спатуленол (2.4%).

В составе ЭМ из надземной части *Haplophyllum ferganicum* Vved. (цельнолистник ферганский) идентифицирован 31 компонент, что составляет 97.2% от общей массы масла. При этом установлено, что ЭМ *H. ferganicum* является богатым источником терпенов и в его составе преобладают монотерпеновые (37.2%) и сесквитерпеновые углеводороды (35.0%). Содержание окисленных монотерпенов и окисленных сесквитерпенов в составе ЭМ составляет всего 10.2 и 5.4% соответственно.

Главными компонентами ЭМ являются гермакрен В (19.7%), лимонен (15.2%), α -фелландрен (10.7%), 3-метил-2-бутеналь (6.2%), β -фелландрен (5.0%), β -кариофиллен (4.3%), терпинолен (3.9%), γ -элемен (3.2%) и линаллил ацетат (2.6%).

Ключевые слова: *Haplophyllum acutifolium*, *Haplophyllum ferganicum*, эфирное масло, компонентный состав, гермакрен В, α -элемол, β -кариофиллен, 3-метил-2-бутеналь, гермакрен D, δ -кадинен, лимонен, α -фелландрен.

Для цитирования: Аскарова О.К., Закирова М.С., Нишонов М., Абдурахимов Х.А., Ботиров Э.Х. Химический состав эфирных масел надземной части двух видов растений рода *Haplophyllum*, произрастающих в Узбекистане // Химия растительного сырья. 2025. №1. С. 157–163. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250115202>.

Введение

Растения рода *Haplophyllum* A. Juss (семейство *Rutaceae*) в мировом масштабе представлены около 70 видами, которые распространены от Средиземноморья до Западной Сибири. На территории стран Центральной Азии произрастают 23 вида *Haplophyllum*, в том числе 16 – в Узбекистане, 7 из которых распро-

* Автор, с которым следует вести переписку.

странены в Ферганской долине [1–4]. Различные виды *Haplophyllum* издавна применяются в народной медицине для лечения кожных, нервных заболеваний, а также в качестве противоядия при отравлениях, жаропонижающего, болеутоляющего, слабительного средства, при заболеваниях желудка и селезенки [3, 5]. Экстракти некоторых видов проявляют антиоксидантную, антибактериальную, инсектицидную, противопротозойную, противовоспалительную, эстрогенную противоопухолевую и цитотоксическую активность [5]. Растения рассматриваемого рода содержат хинолиновые, фуранохинолиновые алкалоиды и амиды, кумарины, флавоноиды, лигнаны, эфирные масла (ЭМ) и другие компоненты [3–7]. Поэтому они привлекают внимание исследователей в качестве потенциальных источников биологически активных веществ, обладающих ценными фармакологическими свойствами.

Haplophyllum acutifolium (DC.) G. Don fil. произрастает на пустынных склонах холмов и низкогорий, на глинистых, лесовых, мелкоземистых и каменистых склонах предгорий и среднего пояса гор. Крупные естественные заросли *H. acutifolium* отмечены в некоторых районах Самаркандинской, Кашкадарьинской и Сурхандарьинской областей. Отвар растения в народной медицине используют при зубной боли, заболеваниях желудка, метеоризме, наружно – при чесотке [3, 5].

Из надземной части растения *H. acutifolium* выделены алкалоиды, лигнаны, стерины, терпеноиды, карбоновые кислоты [3–5, 8–14]. Изучен состав эфирного масла *H. acutifolium*, произрастающего в Иране [14]. Этанольный экстракт *H. acutifolium* обладает цитотоксической активностью, что обусловлено высоким содержанием алкалоидов [15]. Алкалоиды акутин и гаплакутин Е, выделенные из данного растения, проявляют умеренную антиплазмодиальную активность [16]. Эудесмин и гаплотин-А также обладают противогрибковой и бактерицидной активностью в отношении *Candida albicans*, *Aspergillus flavum*, *Salmonella typhi*, *Klebsiella pneumoniae* и *Fusarium oxysporum* [12].

Haplophyllum ferganicum Vved. – многолетний полукустарник, произрастающий на глинистых и каменистых склонах в предгорьях Ферганской долины [3, 4]. Из его надземной части выделены алкалоиды эвоксин, ангидроэвоксин,monoацетат эвоксина, 7-изопентенилокси-γ-фагарин, эводин, гликоперин, хаплон [7, 17].

С целью поиска биологически активных соединений и изыскания возможностей их практического использования нами изучены составы ЭМ из надземных частей *H. acutifolium* и *H. ferganicum*.

Экспериментальная часть

Использованная в настоящей работе надземная часть *H. acutifolium* заготовлена в период цветения на территории Бостандыкского района Ташкентской области (май, 2022 г.). Надземная часть *H. ferganicum* собрана в период цветения (июнь, 2023 г.) в предгорьях Папского района Наманганская области. Виды идентифицировал канд. биол. наук О.М. Нигматуллаев в лаборатории лекарственных и технических растений Института химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз.

Выделение ЭМ из 300 и 350 г измельченной воздушно-сухой надземной части соответственно *H. acutifolium* и *H. ferganicum* осуществляли методом гидродистилляции при атмосферном давлении. Ди-стилят отгоняли в течение 3 ч, используя аппарат Clevenger. ЭМ из дистиллята выделили экстракцией дихлорметаном, растворитель отгоняли, ЭМ сушили безводным сульфатом натрия. Выходы эфирного масла *H. acutifolium* и *H. ferganicum* составили 0.26 и 0.31% соответственно. ЭМ *H. acutifolium* и *H. ferganicum* представляют собой светло-желтую и желтоватую подвижные жидкости со специфическим характерным запахом. ЭМ хранилось в холодильнике при -4 °C до использования.

ГХ-МС анализ. Качественный и количественный составы 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 °C (2 мин) – 4 °C/мин до 220 °C (10 мин) – 1 °C/мин до 240 °C (10 мин). Объем вносимой пробы составлял 1.0 мкм, скорость потока подвижной фазы (H₂) – 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 (C₉–C₃₂), а также изучения их масс-спектральной фрагментации с таковыми описанными в литературе [18–20]. Количественное содержание компонентов ЭМ вычисляли из площадей хроматографических пиков.

Обсуждение результатов

В составе ЭМ масла из надземной части *H. acutifolium* методом ГХ-МС обнаружено 64 компонента, что составляет 92.5% от массы масла (табл. 1). Идентифицировано 58 компонентов. При этом установлено, что ЭМ является богатым источником терпенов и в его составе преобладают сесквитерпеновые углеводороды (44.1%) и окисленные сесквитерпены (19.7%), тогда как содержание монотерпенов и окисленных монотерпенов составляет всего 4.1 и 4.8% соответственно (табл. 1).

Главными компонентами ЭМ являются α -элемол (12.6%), гермакрен В (12.5%), β -кариофиллен (8.4%), 3-метил-2-бутеналь (4.9%), гермакрен D (4.5%), δ -кадинен (3.1%), δ -селинен (3.0%), аллоармадендрен (2.5%), спатуленол (2.4%).

Мажорный компонент ЭМ *H. acutifolium* α -элемол является основным компонентом ЭМ *Maclura pomifera*, которое используется в качестве репеллента от насекомых [21]. α -Элемол также применяется в парфюмерии, ароматизаторах свечах, мыле, красках и косметических продуктах [22]. Гермакрен В обладает противовоспалительными, антибактериальными, противогрибковыми свойствами и его используют для местного применения на порезы, царапины или раны [23, 24].

Таблица 1. Компонентный состав ЭМ надземной части *Haplophyllum acutifolium*

Компоненты	ИУ	Содержание, %	Компоненты	ИУ	Содержание, %
Сабинен	1118	0.5	Бензиловый спирт	1811	>0.1
β -Пинен	1137	0.3	1-Гексановая кислота	1846	0.1
α -Фелландрен	1142	0.6	α -Иланген	1865	>0.1
α -Терпинен	1161	0.1	β -Ионон	1935	>0.1
3-Метил-2-бутеналь	1173	4.9	1,1,6-Триметилтетралин	1948	0.4
Лимонен	1179	1.5	α -Гвасн	1962	0.4
(E)-2-Гексеналь	1195	1.5	Эремофилен	1966	>0.1
γ -Терпинен	1219	0.2	Не идентифицировано	1996	0.2
<i>n</i> -Цимен аром	1235	0.6	α -Элемол	2025	12.6
Терпинолен	1248	0.6	β -Маалиен	2028	0.3
(Z)-3-Гексенол	1344	0.8	γ -Бисаболен	2033	1.5
(E)-2-Гексенол	1395	0.1	Спатуленол	2062	2.4
Фурфураль	1449	0.3	γ -Кадинен	2105	0.5
Линалоол	1548	0.6	Не идентифицировано	2110	1.2
Не идентифицировано	1517	0.2	Не идентифицировано	2128	1.1
β -Карифиллен	1555	8.4	Карвакрол	2143	0.6
Аромадендрен	1567	1.2	β -Эудесмол	2153	1.7
Ацетат цитронеллола	1575	0.1	α -Эудесмол	2159	1.5
Не идентифицировано	1594	2.1	Октагидро-1-метил-6-метилен-4-(1-метилтил)нафталин	2169	2.4
Аллоармадендрен	1604	2.5	Не идентифицировано	2173	0.2
1,4,7-Циклоундекатриен	1616	1.2	(+)-Леден	2176	0.2
Мента-1,4,8-триен	1622	0.3	Аристол-1,9-диен	2182	0.6
<i>n</i> -Мента-1,8-диен-4-ол	1634	1.3	Эремофилен	2197	0.4
γ -Мууролен	1643	0.8	Карифиллен-(II)	2212	0.5
β -Фенхол	1650	1.4	β -Ватиренен	2268	0.5
α -Аморфен	1647	0.5	1-Дезоксикаписидиол	2293	0.9
Гермакрен D	1657	4.5	4-Винилфенол	2304	>0.1
β -Селинен	1667	0.2	β -Панасинсен	2635	1.2
Каларен	1677	1.1	Пальмитиновая кислота	2933	0.5
δ -Кадинен	1712	3.1	Монотерпены		4.1
δ -Селинен	1719	3.0	Окисленные монотерпены		4.8
β -Цитронеллол	1725	1.4	Сесквитерпеновые углеводороды		44.1
Не идентифицировано	1744	0.4	Окисленные сесквитерпены		19.7
Гермакрен В	1774	12.5	Другие		19.8
2-(4-Метилфенил) пропан-2-ол	1788	1.3	Всего		92.5

Примечания: ИУ – индекс удерживания, приведены компоненты с содержанием $\geq 0.1\%$ в порядке увеличения времени удерживания.

Состав ЭМ *H. acutifolium*, произрастающего в Узбекистане, отличается от состава ЭМ растения, произрастающего в Иране, что, вероятно, обусловлено почвенно-климатическими условиями [14]. Доминирующими компонентами ЭМ *H. acutifolium*, произрастающего в Иране, являются α -кадинен (25.1%), β -цедрен (19.1%), сабинен (8.1%), 8, 14-цедреноксид (5.5%) и терпин-4-ол (5.7%).

В составе ЭМ из надземной части *H. ferganicum* идентифицировано 31 компонента, что составляет 97.2% от общей массы масла. Результаты идентификации и определения содержания представлены в таблице 2. При этом установлено, что ЭМ *H. ferganicum* является богатым источником терпенов и в его составе преобладают монотерпеновые (37.2%) и сесквитерпеновые углеводороды (35.0%). Содержание окисленных монотерпенов и окисленных сесквитерпенов в составе ЭМ составляет всего 10.2 и 5.4% соответственно.

Главными компонентами ЭМ являются гермакрен В (19.7%), лимонен (15.2%), α -фелландрен (10.7%), 3-метил-2-бутеналь (6.2%), β -фелландрен (5.0%), β -кариофиллен (4.3%), терпинолен (3.9%), γ -элемен (3.2%) и линалил ацетат (2.6%).

Лимонен и β -кариофиллен являются основными компонентами ЭМ *H. myrtifolium*, *H. buhseyi*, *H. tuerkulatum* содержат значительное количество лимонена и β -фелландрена [5]. Из-за высокого содержания летучих терпенов и приятного запаха эфирное масло может представлять интерес в парфюмерно-косметической промышленности.

Таблица 2. Компонентный состав ЭМ *H. ferganicum*

Компоненты	ИУ	Содержание, %	Компоненты	ИУ	Содержание, %
Сабинен	1117	0.3	α -Терпинол	1653	2.3
α -Фелландрен	1150	10.7	γ -Мууролен	1664	1.6
α -Терпинен	1162	0.6	δ -Кадинен	1674	0.6
3-Метил-2-бутеналь	1175	6.2	β -Фенхол	1648	1.4
Лимонен	1180	15.2	Гермакрен D	1657	4.5
β -Фелландрен	1189	5.0	β -Цитронеллол	1726	1.7
(E)-2-Гексеналь	1196	0.6	Гермакрен В	1775	19.7
γ -Терпинен	1220	0.3	α -Гваякол	1793	0.9
β -цис-Оцимен	1225	1.8	Элемол	2027	0.7
<i>m</i> -Цимен	1237	1.3	Спатуленол	2056	2.4
Терпинолен	1249	3.9	<i>tau</i> -Кадинол	2118	0.6
E-3-Гексенол	1343	0.4	β -Эудесмол	2153	1.7
δ -Элемен	1443	0.6	Монотерпены		37.2
Линалоол	1508	0.6	Окисленные монотерпены		10.2
Линалил ацетат	1515	2.6	Сесквитерпеновые углеводороды		35.0
β -Карифиллен	1556	4.3	Окисленные сесквитерпены		5.4
Терпинен-4-ол	1560	1.6	Другие		9.4
γ -Элемен	1601	3.2	Всего		97.2
α -Аморфен	1646	0.5			

Выходы

Методом ГХ-МС изучен химический состав и определены главные компоненты ЭМ надземных частей *H. acutifolium* и *H. ferganicum*, произрастающих в Узбекистане. Показано, что ЭМ *H. acutifolium* является богатым источником терпенов и в его составе преобладают сесквитерпеновые углеводороды и окисленные сесквитерпены. Главными компонентами ЭМ являются α -элемол, гермакрен В, β -кариофиллен, 3-метил-2-бутеналь и другие соединения.

Установлено, что в составе ЭМ *H. ferganicum* преобладают монотерпеновые (46.1%) и сесквитерпеновые углеводороды (35.5%). Главными компонентами ЭМ являются гермакрен В (24.7%), лимонен (18.2%), α -фелландрен (14.7%), 3-метил-2-бутеналь (6.2%), β -фелландрен (5.0%), β -кариофиллен (4.3%), терпинолен (3.9%), γ -элемен (3.2%) и линалил ацетат (2.6%).

Финансирование

Работа выполнена за счет гранта прикладных исследований Министерства инновационного развития Республики Узбекистан №L-59734673.

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. Appelhans M.S., Bayly M.J., Heslewood M.M., Groppo M., Verboom G.A., Forster P.I., Kallunki J.A., Duretto M.F. A new subfamily classification of the *Citrus* family (*Rutaceae*) based on six nuclear and plastid markers // Taxon. 2021. Vol. 70, no. 5. Pp. 1035–1061. <https://doi.org/10.1002/tax.12543>.
2. Salvo G., Manafzadeh S., Ghahremaninejad F., Tojibaev K., Zeltner L., Conti E. Phylogeny, morphology, and biogeography of *Haplophyllum* (*Rutaceae*), a species-rich genus of the Irano-Turanian floristic region // Taxon. 2011. Vol. 60, no. 2. Pp. 513–527. <https://doi.org/10.1002/tax.602018>.
3. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства *Rutaceae-Elaeagnaceae*. Л., 1988. С. 12.
4. Джамалова Д.Н., Тургинов О.Т., Курбаниязова Г.Т. Вторичные метаболиты рода *Haplophyllum* Juss. (*Rutaceae*) во Флоре Ферганской долины // Материалы Международной научно-практической конференции на тему «Разнообразие декоративных цветов Узбекистана: проблемы и достижения». Наманган, 2019. С. 194–197.
5. Mohammadhosseini M., Venditti A., Frezza C., Serafini M., Bianco A., Mahdavi B. The Genus *Haplophyllum* Juss.: Phytochemistry and Bioactivities – A Review // Molecules. 2021. Vol. 26, no. 15. Pp. 4664–4679. <https://doi.org/10.3390/molecules26154664>.
6. Ботиров Э.Х., Юлдашев М.П., Маткаримов А.Д., Маликов В.М. Кумарины, флавоноиды и лигнаны пяти видов растений рода *Haplophyllum* A. Juss. // Химия растительного сырья. 2015. №1. С. 5–14.
7. Бессонова И.А. Хинолиновые алкалоиды родов *Dictamnus*, *Haplophyllum* // Итоги исследования алкалоидоносных растений. Ташкент, 1993. С. 62–91.
8. Eshonov M.A., Rasulova Kh.A. Acutinine – A New Quinolin-2-One Alkaloid from *Haplophyllum acutifolium* // Chem. Nat. Compd. 2020. Vol. 56. Pp. 509–510. <https://doi.org/10.1007/s10600-020-03073-4>.
9. Eshonov M.A., Rasulova Kh.A., Turgunov K.K. et al. New Quinoline Alkaloid Acusine and Crystal Structures of N-Methyl-2-Phenylquinolin-4-one and Pedicine from *Haplophyllum acutifolium* // Chem. Nat. Compd. 2020. Vol. 56. Pp. 1102–1105. <https://doi.org/10.1007/s10600-020-03236-3>.
10. Razakova D.M., Bessonova I.A., Yunusov S.Y. Components of *Haplophyllum acutifolium* // Chem. Nat. Compd. 1986. Vol. 22, no. 3. Pp. 363–364.
11. Sadikov Y.J., Hojimatov M. Alkaloids of *Haplophyllum acutifolium* (DC) G. Don. Fil. // Plant Resour. 1988. Vol. 24, no. 1. Pp. 77–81.
12. Ali M.S., Fatima S., Pervez M.K. Haplotin. A new furanoquinoline from *Haplophyllum acutifolium* (*Rutaceae*) // J. Chem. Soc. Pak. 2008. Vol. 30, no. 5. Pp. 775–779.
13. Ali M.S., Pervez M.K., Saleem M., Tareen R.B. Haplophytin A and B: alkaloidal constituents of *Haplophyllum acutifolium* // Phytochemistry. 2001. Vol. 57, no. 8. Pp. 1277–1280. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(01\)00188-1](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(01)00188-1).
14. Asili J., Fard M.R., Ahi A., Emami S.A. Chemical composition of the essential oil from aerial parts of *Haplophyllum acutifolium* (DC.) G. Don from Iran // J. Essent. Oil-Bear. Pl. 2011. Vol. 14, no. 2. Pp. 201–207. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2011.10643922>.
15. Varamini P., Doroudchi M., Mohagheghzadeh A., Soltani M., Ghaderi A. Cytotoxic evaluation of four *Haplophyllum* species with various tumor cell lines // Pharm. Biol. 2007. Vol. 45, no. 4. Pp. 299–302. <https://doi.org/10.1080/13880200701214938>.
16. Staerk D., Kesting J.R., Sairafianpour M., Witt M., Asili J., Emami S.A., Jaroszewski J.W. Accelerated dereplication of crude extracts using HPLC-PDA-MS-SPE-NMR: Quinolinone alkaloids of *Haplophyllum acutifolium* // Phytochemistry. 2009. Vol. 70, no. 8. Pp. 1055–1061. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2009.05.004>.
17. Bessonova I.A., Yunusov S.Yu. Alcaloids of *Haplophyllum ferganicum* // Chem. Nat. Compd. 1982. Vol. 18. Pp. 505–506. <https://doi.org/10.1007/BF00579669>.
18. Adams R.P. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry, ed. 4.1. Allured Publishing Corporation, CarolStream, Illinois, 2017. 804 p.
19. Babushok V.I., Linstrom P.J., Zenkevich I.G.J. Retention Indices for Frequently Reported Compounds of Plant Essential Oils // J. Phys. Chem. Ref. Data. 2011. Vol. 40, no. 4. 043101. <https://doi.org/10.1063/1.3653552>.
20. Babushok V.I., Andriamaharavo N.R. Use of large retention index database for filtering of GC-MS false positive identifications of compounds // Chromatographia. 2012. Vol. 75. Pp. 685–692. <https://doi.org/10.1007/s10337-012-2231-7>.
21. Carroll J.F., Paluch G., Coats J., Kramer M. Elemol and amyris oil repel the ticks *Ixodes capularis* and *Amblyomma americanum* (Acari: *Ixodidae*) in laboratory bioassays // Exp. Appl. Acarol. 2010. Vol. 51. Pp. 383–392. <https://doi.org/10.1007/s10493-009-9329-0>.
22. Bhatia S.P., Letizia C.S., Api A.M. Fragrance material review on elemol // Food and Chemical Toxicology. 2008. Vol. 46, no. 11. Pp. S147–S148. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.06.045>.
23. Lipids and essential oils as antimicrobial agents. Ed. H. Thormar. A John Wiley and Sons, Ltd., Publication, 2011. 315 p.

24. Raut J.Sh., Karuppayil S.M. A status review on the medicinal properties of essential oils // Industrial Crops and Products. 2014. Vol. 62. Pp. 250–264. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.05.055>.

Поступила в редакцию 15 мая 2024 г.

После переработки 20 сентября 2024 г.

Принята к публикации 24 сентября 2024 г.

Askarova O.K.¹, Zakirova M.S.¹, Nishonov M.², Abdurakhimov Kh.A.³, Botirov E.Kh.^{4}* CHEMICAL COMPOSITION OF ESSENTIAL OILS OF THE ABOVE GROUND PART OF TWO SPECIES OF PLANTS OF THE GENUS *HAPLOPHYLLUM* GROWING IN UZBEKISTAN

¹ Tashkent Institute of Chemical Technology, A. Navai st., 32, Tashkent, 100011, Uzbekistan

² Fergana State University, Murabbiylar st., 19, Fergana, 150100, Uzbekistan

³ Gulistan State University, 4 microdistrict, 1, Gulistan, 120100, Uzbekistan

⁴ Institute of Chemistry of Plant Substances, acad. S.Yu. Yunusov AS RUz, M. Ulugbeka st., 77, Tashkent, 100170, Uzbekistan, botirov-nepi@mail.ru

Various species of plants of the genus *Haplophyllum* (family Rutaceae) have long been used in folk medicine to treat skin and nervous diseases, as an antidote for poisoning, an antipyretic, analgesic, laxative, and for diseases of the stomach and spleen. Extracts of some species exhibit antioxidant, antibacterial, insecticidal, antiprotozoal, anti-inflammatory, estrogenic, antitumor, and cytotoxic activity. Therefore, they attract the attention of researchers as potential sources of biologically active substances with valuable pharmacological properties. The component composition of the essential oil (EO) obtained by hydrodistillation from the aboveground part of the plant *Haplophyllum acutifolium* (DC.) G. Don fil. 64 compounds were found in the EO oil from the aboveground part of *H. acutifolium* by GC-MS, which is 92.5% of the oil weight. 58 components were identified. It was found that EO is a rich source of terpenes and its composition is dominated by sesquiterpene hydrocarbons (44.1%) and oxidized sesquiterpenes (19.7%), while the content of monoterpenes and oxidized monoterpenes is only 4.1 and 4.8%, respectively.

The main components of EO are α -elemol (12.6%), germacrene B (12.5%), β -caryophyllene (8.4%), 3-methyl-2-butenal (4.9%), germacrene D (4.5%), δ -cadinene (3.1%), δ -selinene (3.0%), alloarmadendrene (2.5%), spathulenol (2.4%).

In the composition of EO from the aboveground part of *Haplophyllum ferganicum* Vved. 31 components were identified, which makes up 97.2% of the total mass of the oil. It was found that *H. ferganicum* EO is a rich source of terpenes and its composition is dominated by monoterpane (37.2%) and sesquiterpene hydrocarbons (35.0%). The content of oxidized monoterpenes and oxidized sesquiterpenes in the EO is only 10.2 and 5.4%, respectively. The main components of the EO are germacrene B (19.7%), limonene (15.2%), α -phellandrene (10.7%), 3-methyl-2-butenal (6.2%), β -phellandrene (5.0%), β -caryophyllene (4.3%), terpinolene (3.9%), γ -elemene (3.2%) and linalyl acetate (2.6%).

Keywords: *Haplophyllum acutifolium*, *Haplophyllum ferganicum*, essential oil, component composition, germacrene B, α -elemol, β -caryophyllene, 3-methyl-2-butenal, germacrene D, δ -cadinene, limonene, α -phellandrene.

For citing: Askarova O.K., Zakirova M.S., Nishonov M., Abdurakhimov Kh.A., Botirov E.Kh. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2025, no. 1, pp. 157–163. (in Russ.). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250115202>.

References

- Appelhans M.S., Bayly M.J., Heslewood M.M., Groppo M., Verboom G.A., Forster P.I., Kallunki J.A., Duretto M.F. *Taxon*, 2021, vol. 70, no. 5, pp. 1035–1061. <https://doi.org/10.1002/tax.12543>.
- Salvo G., Manafzadeh S., Ghahremaninejad F., Tojibaev K., Zeltner L., Conti E. *Taxon*, 2011, vol. 60, no. 2, pp. 513–527. <https://doi.org/10.1002/tax.602018>.
- Rastitel'nyye resursy SSSR: Tsvetkovyye rasteniya, ikh khimicheskiy sostav, ispol'zovaniye. Semeystva Rutaceae-Elaeagnaceae*. [Plant resources of the USSR: Flowering plants, their chemical composition, use. Families Rutaceae-Elaeagnaceae]. Leningrad, 1988, p. 12. (in Russ.).
- Dzhamalova D.N., Turginov O.T., Kurbaniyazova G.T. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii na temu «Raznoobraziyu dekorativnykh tsvetov Uzbekistana: problemy i dostizheniya»*. [Proceedings of the International scientific and practical conference on the topic "Diversity of ornamental flowers of Uzbekistan: problems and achievements"]. Namangan, 2019, pp. 194–197. (in Russ.).
- Mohammadhosseini M., Venditti A., Frezza C., Serafini M., Bianco A., Mahdavi B. The Genus *Haplophyllum* Juss.: Phytochemistry and Bioactivities – A Review // *Molecules*. 2021, vol. 26, no. 15, pp. 4664–4679. <https://doi.org/10.3390/molecules26154664>.
- Ботиров Э.Х., Юлдашев М.П., Маткаримов А.Д., Маликов В.М. Кумарины, флавонOIDы и лигнаны пяти видов растений рода *Haplophyllum* A. Juss. // Химия растительного сырья. 2015, no. 1, pp. 5–14. (in Russ.).

* Corresponding author.

7. Bessonova I.A. *Itogi issledovaniya alkaloidonosnykh rasteniy*. [Results of the study of alkaloid-bearing plants]. Tashkent, 1993, pp. 62–91. (in Russ.).
8. Eshonov M.A., Rasulova Kh.A. *Chem. Nat. Compd.*, 2020, vol. 56, pp. 509–510. <https://doi.org/10.1007/s10600-020-03073-4>.
9. Eshonov M.A., Rasulova Kh.A., Turgunov K.K. et al. *Chem. Nat. Compd.*, 2020, vol. 56, pp. 1102–1105. <https://doi.org/10.1007/s10600-020-03236-3>.
10. Razakova D.M., Bessonova I.A., Yunusov S.Y. *Chem. Nat. Compd.*, 1986, vol. 22, no. 3, pp. 363–364.
11. Sadikov Y.J., Hojimatov M. *Plant Resour.*, 1988, vol. 24, no. 1, pp. 77–81.
12. Ali M.S., Fatima S., Pervez M.K. *Haplotin. J. Chem. Soc. Pak.*, 2008, vol. 30, no. 5, pp. 775–779.
13. Ali M.S., Pervez M.K., Saleem M., Tareen R.B. *Phytochemistry*, 2001, vol. 57, no. 8, pp. 1277–1280. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(01\)00188-1](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(01)00188-1)
14. Asili J., Fard M.R., Ahi A., Emami S.A. *J. Essent. Oil-Bear. Pl.*, 2011, vol. 14, no. 2, pp. 201–207. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2011.10643922>.
15. Varamini P., Doroudchi M., Mohagheghzadeh A., Soltani M., Ghaderi A. *Pharm. Biol.*, 2007, vol. 45, no. 4, pp. 299–302. <https://doi.org/10.1080/13880200701214938>.
16. Staerk D., Kesting J.R., Sairafianpour M., Witt M., Asili J., Emami S.A., Jaroszewski J.W. *Phytochemistry*, 2009, vol. 70, no. 8, pp. 1055–1061. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2009.05.004>.
17. Bessonova I.A., Yunusov S.Yu. *Chem. Nat. Compd.*, 1982, vol. 18, pp. 505–506. <https://doi.org/10.1007/BF00579669>.
18. Adams R.P. *Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry*, ed. 4.1. Allured Publishing Corporation, CarolStream, Illinois, 2017, 804 p.
19. Babushok V.I., Linstrom P.J., Zenkevich I.G.J. *J. Phys. Chem. Ref. Data*, 2011, vol. 40, no. 4, 043101. <https://doi.org/10.1063/1.3653552>.
20. Babushok V.I., Andriamaharavo N.R. *Chromatographia*, 2012, vol. 75, pp. 685–692. <https://doi.org/10.1007/s10337-012-2231-7>.
21. Carroll J.F., Paluch G., Coats J., Kramer M. *Exp. Appl. Acarol.*, 2010, vol. 51, pp. 383–392. <https://doi.org/10.1007/s10493-009-9329-0>.
22. Bhatia S.P., Letizia C.S., Api A.M. *Food and Chemical Toxicology*, 2008, vol. 46, no. 11, pp. S147–S148. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.06.045>.
23. *Lipids and essential oils as antimicrobial agents*, ed. H. Thormar. A John Wiley and Sons, Ltd., Publication, 2011, 315 p.
24. Raut J.Sh., Karuppaiil S.M. *Industrial Crops and Products*, 2014, vol. 62, pp. 250–264. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.05.055>.

Received May 15, 2024

Revised September 20, 2024

Accepted September 24, 2024

Сведения об авторах

Аскарова Ойдин Каримхон кизи – базовый докторант кафедры химических технологий,
oydinasqarova90@gmail.com

Зокирова Машхура Содикжоновна – кандидат технических наук, доцент кафедры мясомолочных и консервных продуктов, mashxuratkti@mail.ru

Нишинов Миркозимжон – кандидат технических наук, профессор кафедры химии, botirov-nepi@mail.ru

Абдурахимов Хожиакбар Абдурахмонович – доктор технических наук, профессор кафедры химии, botirov-nepi@mail.ru

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

Information about authors

Askarova Oydin Karimkhon kizi – basic doctoral student of the Department of Chemical Technology,
oydinasqarova90@gmail.com

Zokirova Mashkhura Sodikjonovna – candidate of technical sciences, associate professor of the Department of meat, dairy and canned products, mashxuratkti@mail.ru

Nishonov Mirkozimjon – candidate of technical sciences, professor of the Department of Chemistry,
botirov-nepi@mail.ru

Abdurakhimov Khozhaqbar Abdurakhmonovich – doctor of technical sciences, professor of the Department of Chemistry, botirov-nepi@mail.ru

Botirov Erkin Khozhaqbarovich – doctor of chemical sciences, professor, head of the laboratory of chemistry of terpenoids and phenolic compounds, botirov-nepi@mail.ru