



Изучение компонентных особенностей эфирных масел розмарина лекарственного и шалфея мускатного крымского происхождения

Р. Э. Ермаченков¹✉, А. Л. Марков¹, М. М. Агаев¹, Е. В. Бурцева², И. И. Тернинко¹

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России). 197022, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 14, литера А

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского» (КФУ им. В. И. Вернадского). 295007, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, просп. Академика Вернадского, д. 4

✉ Контактное лицо: Ермаченков Роман Энверович. E-mail: ermachenkov.roman@pharminnotech.com

ORCID: Р. Э. Ермаченков – <https://orcid.org/0009-0006-7785-7143>;

А. Л. Марков – <https://orcid.org/0009-0006-4995-8529>;

М. М. Агаев – <https://orcid.org/0009-0007-8026-2981>;

Е. В. Бурцева – <https://orcid.org/0000-0002-5418-7849>;

И. И. Тернинко – <https://orcid.org/0000-0002-2942-1015>.

Статья поступила: 22.05.2024

Статья принята в печать: 13.11.2024

Статья опубликована: 15.11.2024

Резюме

Введение. Хроматографическое профилирование является наиболее эффективным способом установления подлинности эфирных масел, ключевым ограничением которого является число разработанных хроматографических профилей. Методология профилирования позволяет учесть географическую вариабельность эфирных масел путем дифференцирования профиля на зоны произрастания эфиромасличного сырья. Несмотря на наличие разработанных хроматографических профилей, на текущий момент отсутствуют сведения о возможной географической вариабельности востребованных эфирных масел шалфея мускатного и розмарина лекарственного, полученных из отечественного эфиромасличного сырья.

Цель. Сравнительное исследование компонентного состава эфирных масел шалфея мускатного и розмарина лекарственного, произведенных из сырья российского и зарубежного происхождения, для характеристики отечественных эфирных масел.

Материалы и методы. Анализ эфирных масел выполнен на программно-аппаратном комплексе газового хроматографа «Кристалл 5000.2» с пламенно-ионизационным детектированием. Разделение проводилось на капиллярной колонке HP-5MS UI и на капиллярной колонке DB-WAX. Идентификация компонентов проводилась путем сравнения расчетных линейных индексов удерживания, полученных на двух колонках различной полярности, со справочными значениями.

Результаты и обсуждение. В ходе проведенного анализа эфирных масел шалфея мускатного и розмарина лекарственного было идентифицировано 42 и 33 соединения, в среднем представляющих 93,7 и 96,2 % от всех компонентов пробы соответственно. Для образцов шалфея мускатного крымского происхождения отмечен ряд закономерностей, потенциально пригодных для обособления его компонентного состава от эфирных масел иного происхождения. На основании изучения компонентного состава эфирного масла розмарина лекарственного крымского происхождения выдвинуто предположение о его отнесении к эфирному маслу розмарина испанского типа в соответствии с ISO и Ph. Eur.

Заключение. Результаты исследования позволили выдвинуть ряд предположений относительно возможности выделения специфического хроматографического профиля эфирных масел шалфея мускатного и розмарина лекарственного крымского происхождения. Дальнейшая экспериментальная проверка выдвинутых предположений позволит определить возможность введения четких классификационных критериев для масел крымского происхождения.

Ключевые слова: *Salvia sclarea* L., шалфей мускатный, *Rosmarinus officinalis* L., розмарин лекарственный, эфирные масла, хроматографический профиль, газовая хроматография

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Р. Э. Ермаченков отвечал за выполнение эксперимента, обработку, интерпретацию данных и формулирование выводов. А. Л. Марков и М. М. Агаев участвовали в выполнении эксперимента. Е. В. Бурцева предоставила часть исследуемых образцов эфирных масел. И. И. Тернинко принадлежит идея эксперимента, осуществление планирования эксперимента, редактирования рукописи.

Финансирование. Результаты работы получены с использованием оборудования ЦКП «Аналитический центр» ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России.

Для цитирования: Ермаченков Р. Э., Марков А. Л., Агаев М. М., Бурцева Е. В., Тернинко И. И. Изучение компонентных особенностей эфирных масел розмарина лекарственного и шалфея мускатного крымского происхождения. *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2024;13(4):161–179. <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2024-13-4-1832>

Study of component features of essential oils of *Rosmarinus officinalis* and *Salvia sclarea* of Crimean origin

Roman E. Ermachenkov¹✉, Andrey L. Markov¹, Musafir M. Agaev¹,
Elena V. Burtseva², Inna I. Terninko¹

¹ Saint-Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University. 14A, Prof. Popova str., Saint-Petersburg, 197022, Russia

² V. I. Vernadsky Crimean Federal University. 4, Prospekt Vernadskogo, Simferopol, Republic of Crimea, 295007, Russia

✉ **Corresponding author:** Roman E. Ermachenkov. **E-mail:** ermachenkov.roman@pharminnotech.com

ORCID: Roman E. Ermachenkov – <https://orcid.org/0009-0006-7785-7143>;

Andrey L. Markov – <https://orcid.org/0009-0006-4995-8529>;

Musafir M. Agaev – <https://orcid.org/0009-0007-8026-2981>;

Elena V. Burtseva – <https://orcid.org/0000-0002-5418-7849>;

Inna I. Terninko – <https://orcid.org/0000-0002-2942-1015>.

Received: 22.05.2024

Accepted: 13.11.2024

Published: 15.11.2024

Abstract

Introduction. Chromatographic profiling is the most efficient way to authenticate essential oils, the key limitation of which is the number of chromatographic profiles developed. The profiling methodology allows to take into account the geographical variability of essential oils by differentiating the profile into essential oilseed growing zones. Despite the presence of developed chromatographic profiles at the moment there is no information about the possible geographical variability of the demanded essential oils of clary sage and rosemary, obtained from local essential oilseed raw materials.

Aim. Comparative study of the component composition of essential oils of clary sage and rosemary produced from raw materials of Russian and foreign origin for the characterisation of domestic essential oils.

Materials and methods. The essential oils were analysed on the software and hardware complex of the gas chromatograph "Crystal 5000.2" with flame ionisation detection. Separation was carried out on a capillary column HP-5MS UI and on a capillary column DB-WAX. The components were identified by comparing the calculated linear retention indices obtained on two columns of different polarity with reference values.

Results and discussion. The analysis of the essential oils of clary sage and rosemary identified 42 and 33 compounds, on average representing 93.7 and 96.2 % of all sample components, respectively. For the samples of clary sage of Crimean origin, a number of patterns were noted, potentially suitable for separating its component composition from essential oils of other origin. Based on the study of the component composition of the essential oil of rosemary Crimean origin, it is suggested that it is attributed to the essential oil of rosemary Spanish type in accordance with ISO and Ph.Eur.

Conclusion. The results of the study allowed to put forward a number of assumptions regarding the possibility of isolation of a specific chromatographic profile of essential oils of clary sage and rosemary from Crimea. Further experimental verification of the put forward assumptions will allow to determine the possibility of introducing clear classification criteria for oils of Crimean origin.

Keywords: *Salvia sclarea* L., clary sage, *Rosmarinus officinalis* L., rosemary, essential oils, chromatographic profile, gas chromatography

Conflict of interest. The authors declare that they have no obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Contribution of the authors. Roman E. Ermachenkov was responsible for the experiment, processing, interpretation of data, and formulation of conclusion. Andrey L. Markov and Musafir M. Agaev were involved in the experiment. Elena V. Burtseva provided some of the samples of essential oils under study. Inna I. Terninko was responsible for the idea and planning of the experiment, and editing of the manuscript.

Funding. The results of the work were obtained using the equipment of the Center for Collective Use "Analytical Center" of the Federal State. Budgetary Educational University of Higher Education SPCPU of the Ministry of Health of Russia.

For citation: Ermachenkov R. E., Markov A. L., Agaev M. M., Burtseva E. V., Terninko I. I. Study of component features of essential oils of *Rosmarinus officinalis* and *Salvia sclarea* of Crimean origin. *Drug development & registration*. 2024;13(4):161–179. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2024-13-4-1832>

ВВЕДЕНИЕ

Эфирные масла нашли разнообразное применение в сферах промышленности и человеческой деятельности. Ключевыми потребителями эфирных масел являются предприятия пищевой, парфюмерной и химико-фармацевтической промышленности [1]. Существующий большой спрос на эфирные масла и их высокая потребительская стоимость являются главными и очевидными предпосылками для их фальсификации. Ранее на отечественном рынке уже были отмечены сообщения о наличии фальсифицированной эфиромасличной продукции [2, 3].

Современный подход к контролю качества эфирных масел основан на определении их компонентного состава хроматографическими методами. Ввиду сложности химического состава эфирных масел, его вариативности необходимо применение наиболее эффективных методологических подходов к анализу. Среди факторов, влияющих на накопление БАВ, одним из наиболее важных является регион произрастания, оказывающий влияние на общее содержание эфирного масла в растении и на его компонентный состав [4–6].

Контроль качества эфирных масел согласно ISO¹ и Ph. Eur 11² проводят с использованием хроматографических профилей – перечня репрезентативных и характерных компонентов с указанием пределов их концентраций. При составлении хроматографического профиля зачастую проводят его дифференциацию

в зависимости от региона происхождения эфирного масла, что, например, отражено в стандартах для масла герани³ и лаванды⁴.

Поскольку в основу хроматографического профиля положена необходимость учета естественных вариаций в химическом составе эфирного масла, обусловленная эколого-фитоценотическими условиями произрастания, то для его составления необходима значительная выборка – анализ большого числа проб различных регионов происхождения, различных сезонов и годов заготовки [6–8], что является трудоемким процессом.

Тем не менее хроматографическое профилирование остается наиболее эффективным методом контроля качества эфирных масел, несмотря на достаточно небольшое количество опубликованных стандартов, включающих регламентированный хроматографический профиль. Для адекватного контроля качества эфирных масел, произведенных из локально произрастающих эфиромасличных растений, при отсутствии утвержденных стандартов качества необходима разработка их хроматографического профиля. К наиболее востребованным растениям с точки зрения источников эфирного масла российского происхождения относятся шалфей мускатный (*Salvia sclarea* L.) и розмарин лекарственный (*Rosmarinus officinalis* L.), культивируемые на юге России (в т. ч. на территории Крыма).

В Российской Федерации эфирное масло розмарина лекарственного контролируется согласно требованиям ГОСТ ISO и/или монографии Европейской фармакопеи, в которых приведены специфические

¹ International Organization for Standardization. (1998). ISO 11024-2:1998 – Essential oils. General guidance on chromatographic profiles. Part 2: Utilization of chromatographic profiles of samples of essential oils. <https://www.iso.org/standard/19009.html>. Accessed: 22.05.2024.

² European Pharmacopoeia, 11th edition. European Department for the Quality and Medicines. Available at: <https://www.edqm.eu/en/european-pharmacopoeia-ph.-eur.-11th-edition>. Accessed: 22.05.2024.

³ ГОСТ ISO 3515-2017. Масло эфирное лавандовое (*Lavandula angustifolia* Mill.). Технические условия. Доступно по: <https://docs.cntd.ru/document/1200147039>. Ссылка активна на 22.05.2024.

⁴ ГОСТ ISO 4731-2014. Масло эфирное гераниевое (*Pelargonium x ssp.*). Технические условия (издание с поправкой). Доступно по: <https://docs.cntd.ru/document/1200113816>. Ссылка активна на 22.05.2024.

хроматографические профили для тунисского/марокканского и испанского типов масла¹, что не учитывает специфическую вариабельность состава для масел российского происхождения.

Требования к эфирному маслу шалфея мускатного представлены в соответствующей монографии Европейской фармакопеи, где выделен единый недифференцированный хроматографический профиль. На текущий момент стандарт ISO для эфирного масла шалфея отсутствует, но в разработке находится ISO/CD 24255, посвященный контролю качества эфирного масла шалфея мускатного французского типа, что подтверждает наличие географически обусловленной вариабельности компонентного состава эфирного масла и актуальность профилирования эфирных масел российского происхождения.

Цель – сравнительное исследование компонентного состава эфирных масел шалфея мускатного и розмарина лекарственного, произведенных из сырья российского и зарубежного происхождения, для характеристики отечественных эфирных масел.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Анализ проводился для коммерчески доступных эфирных масел шалфея мускатного и розмарина лекарственного.

Газохроматографический анализ проводился на аппаратно-программном комплексе газового хроматографа «Кристалл 5000.2», оснащенного пламенно-ионизационным детектором (ЗАО СКБ «Хроматэк», Россия). Разделение проводилось на капиллярной колонке HP-5MS UI с неподвижной жидкой фазой (НЖФ) (5%-фенил)-метилполисилоксан (30 м × 0,25 мм × 0,25 мкм) (Agilent Technologies, США) и на капиллярной колонке DB-WAX с НЖФ в виде полиэтиленгликоля. В качестве газа-носителя использовался гелий, скорость потока газа-носителя – 1 мл/мин в режиме постоянного потока. Эфирные масла вводились в чистом виде, объем вводимой пробы – 0,1 мкл, деление потока – 1:200. Температура узла ввода пробы – 250 °С, температура детектора – 300 °С. Температурная программа термостата колонок: изотерма при 75 °С в течение 1 мин, программируемый нагрев до 240 °С со скоростью 4 °С/мин и изотерма при 240 °С в течение 20 мин.

Идентификацию компонентов эфирных масел проводили с помощью сравнения линейных индексов удерживания (LRI) с индексами из базы Адамса [6] и NIST (National Institute of Standards and Technology, США), для расчета индексов удерживания использовался раствор *n*-алканов состава C7–C22 (гептан-докозан) с концентрацией 0,25 мг/мл в гексане. Коли-

чественную оценку содержания проводили с использованием метода внутренней нормализации без оценки коэффициента отклика детектора.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Перечень исследуемых эфирных масел, информация о регионе происхождения (по данным упаковки) и анализируемой серии представлена в таблице 1.

Репрезентативные хроматограммы эфирных масел шалфея мускатного и розмарина лекарственного представлены на рисунках 1 и 2 соответственно.

В соответствии с последними требованиями [9] идентификация компонентов считалась достоверной, если разница между справочными индексами и расчетными для колонки с неполярной НЖФ составляет не больше 5 единиц, а для колонки с полярной НЖФ – не более 10.

Результаты идентификации и количественного определения компонентов эфирного масла шалфея мускатного и розмарина лекарственного представлены в таблицах 2 и 3 соответственно. Хроматографические профили исследуемых эфирных масел в соответствии с требованиями ISO и Ph. Eur 11 представлены в таблицах 4 и 5.

Различие между расчетными и справочными индексами удерживания для каждого из компонентов пробы не превышает 5 единиц для колонки с неполярной НЖФ и 10 единиц для колонки с полярной НЖФ, что свидетельствует о правильности проведенной идентификации. Суммарное количество идентифицированных компонентов для образцов эфирных масел шалфея мускатного и розмарина лекарственного составляет 42 и 33 соединения, в среднем представляющих 93,7 и 96,2 % от всех компонентов пробы соответственно.

При рассмотрении компонентного состава каждого из анализируемых объектов в первую очередь следует удалить из полученных выборок образцы, которые содержат нетипичные для компонентов эфирных масел соединения. Так, в составе образцов №№ 6, 8 и 18 обнаружены соединения, используемые для разбавления эфирных масел [3, 10, 11]. В составе образцов №№ 6 и 18 обнаружен диэтилфталат (CAS № 84-66-2) в количестве 34,17 и 62,51 % от общей доли компонентов пробы. Обнаруженный в составе образца № 8 изопропилмиристан (CAS № 110-27-0) составляет 13,74 % от общей доли компонентов пробы. Наличие в составе исследуемых эфирных масел данных соединений не позволяет использовать результаты анализа этих масел в целях профилирования. В составе образца № 10 отмечено наличие лишь одного мажоритарного компонента – линалоола в количестве 89,47 %, что не характерно ни для эфирного масла шалфея, ни для эфирных масел в целом, поэтому логичным является удаление данного образца из общего числа анализируемых объектов.

¹ ГОСТ ISO 1342-2017. Масло эфирное розмариновое (*Rosmarinus officinalis* L.). Технические условия. Доступно по: <https://docs.cntd.ru/document/557225894>. Ссылка активна на 22.05.2024.

Таблица 1. Перечень исследуемых эфирных масел шалфея мускатного и розмарина лекарственного

Table 1. List of studied essential oils of clary sage and rosemary oil

№	Испытуемое эфирное масло (производитель) Tested essential oil (manufacturer)	Регион происхождения Region of origin	Серия Batch
Эфирное масло шалфея мускатного (<i>Salvia sclarea</i> L.) Essential oil of clary sage (<i>Salvia sclarea</i> L.)			
1	FirOil	Республика Крым, Россия Republic of Crimea, Russia	октябрь 2023 october 2023
2–3	Агрофирма «Тургеневская» Agrofirma "Turgenevskaya"	Республика Крым, Россия Republic of Crimea, Russia	P41 P51
4	АЭМСЗ AEMSZ	Республика Крым, Россия Republic of Crimea, Russia	14042023
5	«Аспера» Aspera	Австрия Austria	010123
6	«Ботавикос» Botavikos	Франция France	5461
7	«Лазурин» Lazurin	Республика Крым, Россия Republic of Crimea, Russia	п035
8	«Олеос» Oleos	н/пр n.s.	5501
9	«Сиберина» Siberina	Республика Крым, Россия Republic of Crimea, Russia	22618
10	«Эльфарма» Elfarma	Австрия Austria	30
Эфирное масло розмарина лекарственного (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.) Essential oil of rosemary (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)			
11	FirOil	Марокко Morocco	октябрь 2023 october 2023
12	Gunna	Марокко Morocco	октябрь 2023 october 2023
13	АЭМСЗ AEMSZ	Республика Крым, Россия Republic of Crimea, Russia	18052023
14	«Аспера» Aspera	Индия India	030423
15	«Сиберина» Siberina	Тунис Tunisia	22738
16	«Ботавикос» Botavikos	Испания Spain	2664
17	«Лазурин» Lazurin	Испания Spain	п440
18	«Олеос» Oleos	н/пр n.s.	4401
19	«Спивакъ» Spivak	Испания Spain	29092023
20	«Эльфарма» Elfarma	Германия Germany	30

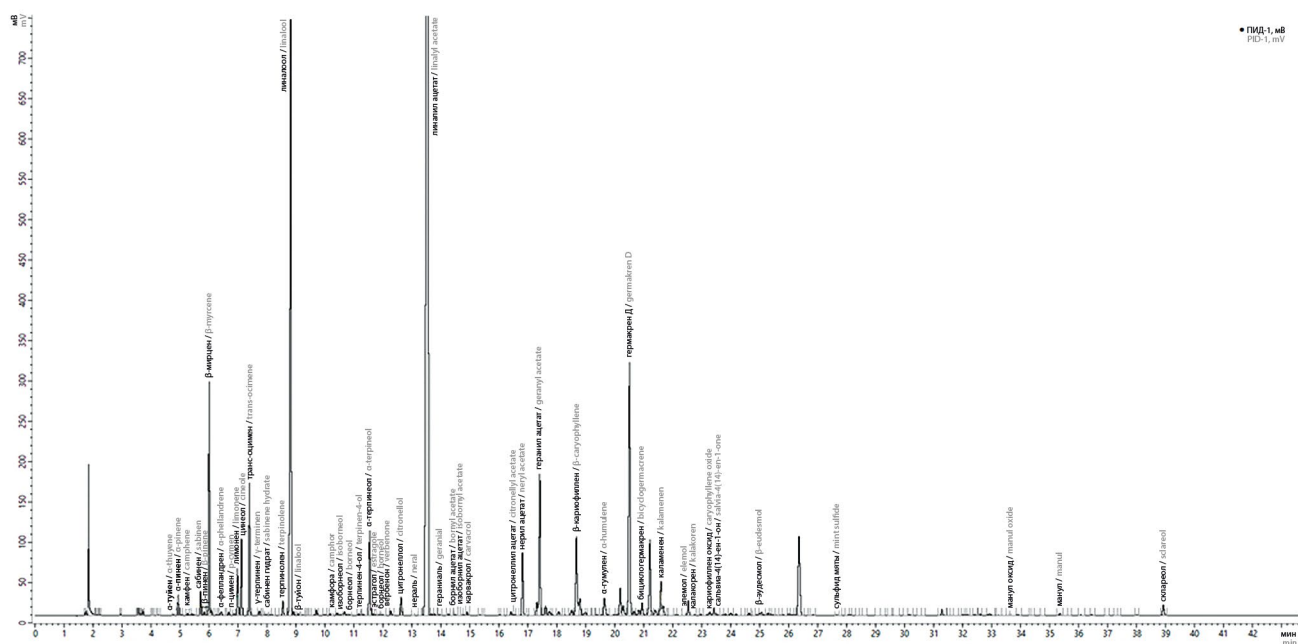


Рисунок 1. Репрезентативная хроматограмма эфирного масла шалфея мускатного. Произведено: Агрофирма «Тургеневская», с. Тургеневка, Крым. Сбор урожая: июль 2022 г.

Figure 1. Representative chromatogram of essential oil of clary sage. Produced by Agrofirma "Turgenevskaya", Turgenevka village, Crimea. Harvesting: July 2022

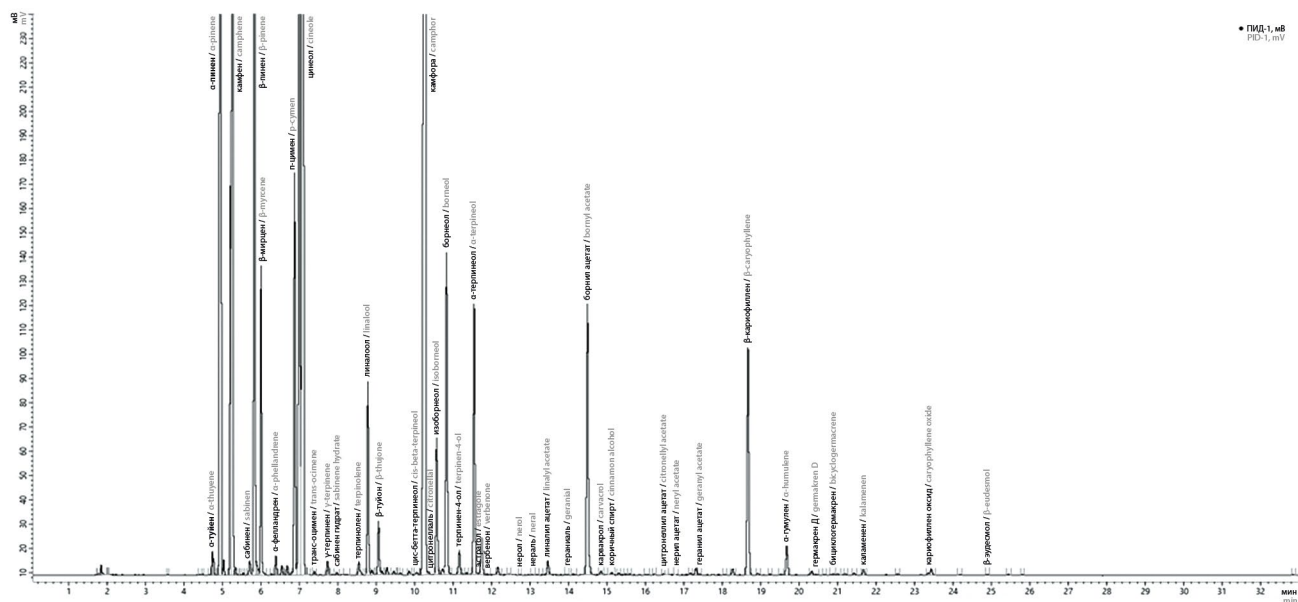


Рисунок 2. Репрезентативная хроматограмма эфирного масла розмарина лекарственного. Произведено: ПАО «АЭМСЗ», г. Алушта, Крым. Урожай 2023 г., собран в Ялтинском округе

Figure 2. Representative chromatogram of essential oil of rosemary. Produced by PJSC "AEMSZ", Alushta, Crimea. Harvest of 2023, collected in Yalta district

Таблица 2. Компонентный состав эфирных масел шалфея мускатного
Table 2. Component composition of clary sage essential oils

№	Компонент Component	CAS №	Линейные индексы удерживания (LRI) Linear retention indices (LRI)				Исследуемый образец эфирного масла Tested sample of essential oil									
			LRI ¹	LRI ²	LRI ³	LRI ⁴	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Содержание компонента, % Component content, %													
1	α-туйен α-thujene	2867-05-2	928	930 [12]	1030	1035 [13]	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	сл. tr.	0,01	0,09	0,01	0,01
2	α-пинен α-pinene	80-56-8	936	939 [12]	1039	1029 [14]	0,50	0,10	0,31	0,02	7,53	0,01	0,08	6,89	0,01	0,19
3	камфен camphene	79-92-5	952	954 [12]	1090	1085 [16]	0,04	0,03	0,04	0,01	6,63	0,01	0,12	0,23	сл. tr.	0,02
4	сабинен sabinene	3387-41-5	975	975 [12]	1230	1231 [14]	0,12	0,10	0,40	0,05	0,92	0,02	0,07	1,39	0,03	0,03
5	β-пинен β-pinene	127-91-3	982	979 [12]	1130	1129 [14]	0,17	0,17	0,06	0,03	4,41	0,01	0,03	0,85	0,04	0,05
6	β-мирцен β-myrcene	123-35-3	992	990 [12]	1171	1170 [16]	3,91	4,79	3,85	5,45	2,01	3,11	7,20	5,52	7,56	0,74
7	α-фелландрен α-phellandrene	99-83-2	1007	1002 [12]	1184	1176 [17]	0,12	0,16	0,12	0,05	0,11	0,08	0,11	0,23	0,13	0,02
8	α-терпинен α-terpinene	99-86-5	1019	1017 [12]	1200	1196 [17]	н.о. n.d.	н.о. n.d.	н.о. n.d.	н.о. n.d.	2,35	0,08	0,25	0,24	0,15	0,02
9	п-цимол p-cymene	99-87-6	1026	1024 [12]	1291	1288 [16]	0,06	0,03	0,03	0,02	0,86	0,02	0,05	1,24	сл. tr.	0,24
10	лимонен limonene	138-86-3	1032	1029 [12]	1218	1213 [14]	1,25	1,13	0,93	1,10	5,06	0,81	1,91	4,52	1,59	0,48
11	1,8-цинеол 1,8-cineole	470-82-6	1036	1031 [12]	1234	1231 [13]	1,38	1,79	1,41	2,02	25,28	н.о. n.d.	н.о. n.d.	9,73	н.о. n.d.	н.о. n.d.
12	цис-β-оцимен (Z)-β-ocimene	3338-55-4	1037	1037 [12]	1243	1234 [24]	н.о. n.d.	н.о. n.d.	н.о. n.d.	н.о. n.d.	0,83	1,17	2,74	н.о. n.d.	2,89	0,32
13	транс-β-оцимен (E)-β-ocimene	3779-61-1	1053	1050 [12]	1244	1250 [24]	2,22	3,02	2,37	3,31	0,27	1,88	4,43	3,07	4,69	0,37
14	γ-терпинен γ-terpinene	99-85-4	1062	1059 [12]	1265	1262 [14]	0,06	0,08	0,09	0,08	0,24	0,06	0,14	0,44	0,12	0,02
15	цис-сабинена гидрат (E)-sabinene hydrate	17699-16-0	1069	1070 [12]	1483	1489 [14]	н.о. n.d.	0,01	0,01	н.о. n.d.	0,40	н.о. n.d.	н.о. n.d.	н.о. n.d.	н.о. n.d.	н.о. n.d.
16	терпинолен terpinolene	586-62-9	1091	1088 [12]	1304	1301 [14]	0,28	0,39	0,30	0,35	0,37	0,27	1,00	0,56	0,39	0,44
17	линалоол linalool	78-70-6	1100	1096 [12]	1557	1562 [14]	20,88	21,59	14,89	20,04	1,57	41,26	16,09	20,46	23,17	89,47

Продолжение таблицы 2

№	Компонент Component	CAS №	Линейные индексы удерживания (LRI) Linear retention indices (LRI)				Исследуемый образец эфирного масла Tested sample of essential oil									
			LRI ¹	LRI ²	LRI ³	LRI ⁴	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Содержание компонента, % Component content, %													
18	β-туйон β-thujone	471-15-8	1110	1114 [12]	1450	1449 [17]	0,05	0,01	0,02	сл. tr.	0,01	н.о. n.d.	0,02	0,09	н.о. n.d.	н.о. n.d.
19	цис-β-терпинеол (Z)-β-terpineol	7299-41-4	1144	1144 [12]	1650	1641 [21]	н.о. n.d.	н.о. n.d.	н.о. n.d.	н.о. n.d.	0,72	0,01	0,04	0,03	0,02	н.о. n.d.
20	камфора camphor	76-22-2	1150	1146 [12]	1552	1545 [14]	н.о. n.d.	0,01	сл. tr.	н.о. n.d.	23,66	0,01	н.о. n.d.	4,97	н.о. n.d.	0,11
21	цитронеллаль citronellal	106-23-0	1153	1153 [12]	1496	1486 [16]	0,07	0,01	н.о. n.d.	сл. tr.	0,79	н.о. n.d.	0,01	0,01	н.о. n.d.	н.о. n.d.
22	изоборнеол isoborneol	124-76-5	1161	1160 [12]	1692	1682 [20]	0,00	н.о. n.d.	0,01	н.о. n.d.	0,04	н.о. n.d.	н.о. n.d.	0,01	н.о. n.d.	н.о. n.d.
23	борнеол borneol	507-70-0	1169	1169 [12]	1723	1728 [14]	0,03	0,16	0,02	0,01	2,62	0,02	0,01	0,02	0,01	0,05
24	ментол menthol	15356-60-2	1176	1171 [12]	1661	1652 [16]	н.о. n.d.	н.о. n.d.	н.о. n.d.	н.о. n.d.	0,37	н.о. n.d.	0,05	н.о. n.d.	0,01	сл. tr.
25	терпинен-4-ол terpinen-4-ol	562-74-3	1180	1177 [12]	1603	1613 [16]	0,04	0,04	0,04	0,02	0,44	0,03	0,02	0,04	0,04	н.о. n.d.
26	α-терпинеол α-terpineol	98-55-5	1193	1188 [12]	1719	1721 [14]	3,06	2,41	1,91	1,65	0,55	1,02	1,13	0,04	0,21	1,33
27	вербенон verbenone	80-57-9	1205	1205 [12]	1703	1701 [19]	сл. tr.	0,01	0,01	н.о. n.d.	0,01	0,02	0,01	н.о. n.d.	н.о. n.d.	н.о. n.d.
28	цитронеллол citronellol	106-22-9	1230	1225 [12]	1777	1772 [16]	0,58	0,46	0,42	0,33	н.о. n.d.	0,22	0,11	0,02	0,05	0,59
29	гераниол geraniol	106-24-1	1256	1252 [12]	1864	1859 [16]	0,58	0,46	0,42	0,33	н.о. n.d.	0,22	0,11	0,02	0,05	1,19
30	линалиацетат linalyl acetate	115-95-7	1257	1257 [12]	1570	1570 [16]	50,68	47,86	44,15	52,15	1,76	8,99	39,11	17,65	48,98	0,25
31	борниацетат bornyl acetate	76-49-3	1289	1285 [12]	1601	1592 [16]	0,03	0,08	0,03	сл. tr.	0,87	н.о. n.d.	н.о. n.d.	н.о. n.d.	0,02	н.о. n.d.
32	карвакрол carvacrol	499-75-2	1304	1299 [12]	2249	2240 [15]	0,05	0,07	0,08	0,12	0,01	н.о. n.d.	0,02	0,02	0,01	н.о. n.d.
33	цитронеллилацетат citronellyl acetate	150-84-5	1352	1352 [12]	1671	1668 [16]	0,15	0,14	0,11	0,15	0,77	0,05	0,36	0,11	0,18	н.о. n.d.
34	нерилацетат neryl acetate	141-12-8	1365	1361 [12]	1738	1734 [16]	1,66	1,67	1,49	1,55	0,11	0,87	2,14	0,95	1,64	0,02
35	геранилацетат geranyl acetate	105-87-3	1385	1381 [12]	1772	1766 [16]	3,60	3,59	3,20	3,51	0,40	1,79	4,67	2,36	3,92	0,05

Окончание таблицы 2

№	Компонент Component	CAS №	Линейные индексы удерживания (LRI) Linear retention indices (LRI)				Исследуемый образец эфирного масла Tested sample of essential oil									
			LRI ¹	LRI ²	LRI ³	LRI ⁴	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Содержание компонента, % Component content, %													
36	β-кариофиллен β-caryophyllene	87-44-5	1422	1419 [12]	1626	1618 [14]	1,23	1,59	2,27	1,52	0,96	0,96	0,28	n.o. n.d.	0,10	0,03
37	гермакрен Д germacrene D	23986-74-5	1485	1481 [12]	1728	1726 [15]	0,83	2,44	6,77	1,84	0,06	0,10	0,04	n.o. n.d.	0,15	n.o. n.d.
38	γ-куркумен γ-curcumene	28976-68-3	1486	1482 [12]	1677	1685 [22]	0,20	0,12	0,58	0,09	0,32	0,14	0,09	n.o. n.d.	0,01	n.o. n.d.
39	бициклогермакрен bicyclogermacrene	24703-35-3	1502	1500 [12]	1745	1752 [18]	0,08	0,31	0,36	0,33	0,10	0,03	0,33	0,05	0,22	n.o. n.d.
40	каламенен calamenene	72937-55-4	1527	1529 [12]	1851	1851 [13]	0,08	0,13	0,28	0,09	0,11	0,09	0,03	n.o. n.d.	0,01	n.o. n.d.
41	кариофиллена оксид caryophyllene oxide	1139-30-6	1583	1583 [12]	2024	2023 [18]	0,17	0,07	0,12	0,09	0,11	0,00	0,26	n.o. n.d.	0,01	n.o. n.d.
42	склареол sclareol	515-03-7	2219	2223 [12]	2379	2387 [23]	0,26	0,31	0,31	0,26	n.o. n.d.	0,03	0,62	n.o. n.d.	0,03	n.o. n.d.
Монотерпены Monoterpenes							8,74	10,01	8,51	10,48	31,69	7,53	18,14	25,27	17,61	2,95
Монотерпеноиды Monoterpenoids							82,84	80,37	68,22	81,88	60,38	54,51	63,9	56,53	78,27	93,11
Сесквитерпены Sesquiterpenes							2,42	4,59	10,26	3,87	1,55	1,32	0,77	0,05	0,49	0,03
Сесквитерпеноиды Sesquiterpenoids							0,17	0,07	0,12	0,09	0,11	–	0,26	–	0,01	–
Дитерпены Diterpenes							0,26	0,31	0,31	0,26	–	0,03	0,62	–	0,03	–
Остальные Others							–	–	–	–	–	34,17	–	13,74	–	–
Сумма Sum							94,43	95,35	87,42	96,58	93,73	97,53	83,69	95,59	96,41	96,09

Примечания. Компоненты представлены в порядке элюирования на колонке HP-5MS UI. Содержание мажоритарных компонентов выделено полужирным шрифтом.
n.o. – не обнаружен; сл. – обнаружены следовые количества (не более 0,01 %); LRI¹ – линейные индексы удерживания, полученные на колонке с неполярной НЖФ; LRI² – справочные линейные индексы удерживания для колонки с неполярной НЖФ; LRI³ – линейные индексы удерживания, полученные на колонке с полярной НЖФ; LRI⁴ – справочные линейные индексы удерживания для колонки с полярной НЖФ.

Notes. The components are presented in the order of elution on the HP-5MS UI column. The content of major components is shown in bold.
n.b. – not detected; t.r. – trace amounts detected (not more than 0.01 %); LRI¹ – Linear retention indices obtained on a column with nonpolar SLP; LRI² – Reference linear retention indices for a column with nonpolar SLP; LRI³ – Linear retention indices obtained on a column with polar SLP; LRI⁴ – Reference linear retention indices for a column with polar SLP.

Таблица 3. Компонентный состав эфирных масел розмарина лекарственного
Table 3. Component composition of rosemary essential oils

№	Компонент Component	CAS №	Линейные индексы удерживания (LRI) Linear retention indices (LRI)				Исследуемый образец эфирного масла Tested sample of essential oil										
			LRI ¹	LRI ²	LRI ³	LRI ⁴	Содержание компонента, % Component content, %										
							11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	α-туиен α-thujene	2867-05-27	928	930 [12]	1030	1035 [13]	0,04	0,04	0,07	0,04	0,09	0,10	0,05	0,06	0,25	н.о. n.d.	
2	α-пинен α-pinene	80-56-8	936	939 [12]	1039	1029 [14]	11,29	11,41	21,64	23,88	26,35	44,77	20,04	19,62	3,67	4,66	
3	камфен camphene	79-92-5	952	954 [12]	1090	1085 [16]	4,2	4,15	8,91	4,44	1,89	0,82	8,45	0,71	2,1	3,63	
4	сабинен sabinene	3387-41-5	975	975 [12]	1230	1231 [14]	0,02	0,02	0,09	0,14	1,51	0,01	0,08	0,52	3,59	0,08	
5	β-пинен β-pinene	127-91-3	982	979 [12]	1130	1129 [14]	7,8	8,04	6,06	9,15	10,84	0,62	5,36	2,46	2,28	2,90	
6	β-мирцен β-myrcene	123-35-3	992	990 [12]	1171	1170 [16]	0,38	0,43	1,48	1,37	0,78	0,18	1,33	0,58	4,6	1,36	
7	α-фелландрен α-phellandrene	99-83-2	1007	1002 [12]	1184	1176 [17]	0,03	0,18	0,1	0,27	0,2	сл. tr.	0,07	0,04	1,79	0,12	
8	α-терпинен α-terpinene	99-86-5	1019	1017 [12]	1200	1196 [17]	н.о. n.d.	н.о. n.d.	н.о. n.d.	1,19	0,58	н.о. n.d.	0,03	0,02	1,04	0,02	
9	п-цимол p-cymene	99-87-6	1026	1024 [12]	1291	1288 [14]	2,38	2,01	2,24	2,06	3,61	сл. tr.	2,2	0,52	4,2	1,17	
10	лимонен limonene	138-86-3	1032	1029 [12]	1218	1213 [14]	3,44	3,53	4,56	11,48	6,73	2,36	4,23	3,56	20,25	3,84	
11	1,8-цинеол 1,8-cineole	470-82-6	1036	1031 [12]	1234	1231 [14]	38,33	38,1	21,77	16,67	28,58	н.о. n.d.	22,35	2,54	20,64	16,49	
12	цис-β-оцимен (Z)-β-ocimene	3338-55-4	1037	1037 [12]	1243	1234 [24]	н.о. n.d.	н.о. n.d.	н.о. n.d.	н.о. n.d.	н.о. n.d.	0,05	н.о. n.d.	н.о. n.d.	н.о. n.d.	н.о. n.d.	
13	транс-β-оцимен (E)-β-ocimene	3779-61-1	1053	1050 [12]	1244	1250 [24]	сл. tr.	сл. tr.	0,02	0,03	0,03	0,07	0,03	0,14	0,06	0,38	
14	γ-терпинен γ-terpinene	99-85-4	1062	1059 [12]	1265	1262 [14]	0,02	0,31	0,08	0,35	0,55	н.о. n.d.	0,05	0,02	0,33	0,11	
15	цис-сабинена гидрат (E)-sabinene hydrate	17699-16-0	1069	1070 [12]	1483	1489 [14]	н.о. n.d.	н.о. n.d.	0,02	0,52	н.о. n.d.	н.о. n.d.	сл. tr.	н.о. n.d.	н.о. n.d.	0,01	

Продолжение таблицы 3

№	Компонент Component	CAS №	Линейные индексы удерживания (LRI) Linear retention indices (LRI)				Исследуемый образец эфирного масла Tested sample of essential oil									
			LRI ¹	LRI ²	LRI ³	LRI ⁴	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
			Содержание компонента, % Component content, %													
16	терпинолен terpinolene	586-62-9	1091	1088 [12]	1304	1301 [14]	0,03	0,03	0,1	0,16	0,12	0,01	0,09	0,07	0,20	0,15
17	линалоол linalool	78-70-6	1100	1096 [12]	1557	1562 [14]	1,41	1,46	1,11	0,44	0,27	9,22	1,12	0,7	1,28	24,72
18	β-туйон β-thujone	471-15-8	1110	1114 [12]	1450	1449 [17]	0,02	n.o. n.d.	0,33	0,3	0,06	0,48	0,23	0,04	0,25	4,19
19	цис-β-терпинеол (Z)-β-terpineol	7299-41-4	1144	1144 [12]	1650	1641 [21]	0,07	0,02	0,02	0,07	0,04	0,01	0,03	0,02	сл. tr.	0,04
20	камфора camphor	76-22-2	1150	1146 [12]	1552	1545 [14]	15,96	15,96	19,33	20,24	2,29	39,74	19,81	2,66	18,47	15,12
21	изоборнеол isoborneol	124-76-5	1161	1160 [12]	1692	1682 [20]	1,38	1,40	0,90	0,05	0,20	0,15	0,94	сл. tr.	1,58	3,52
22	борнеол borneol	507-70-0	1169	1169 [12]	1723	1728 [14]	2,77	2,82	2,14	1,08	0,38	0,26	2,25	0,02	2,73	7,28
23	терпинен-4-ол terpinen-4-ol	562-74-3	1180	1177 [12]	1603	1613 [16]	0,19	0,20	0,17	0,22	0,05	n.o. n.d.	0,17	0,02	0,13	0,34
24	α-терпинеол α-terpineol	98-55-5	1193	1188 [12]	1719	1721 [14]	1,45	1,53	1,65	0,34	8,05	0,03	1,56	0,05	2,74	1,18
25	вербенон verbenone	80-57-9	1205	1205 [12]	1703	1701 [19]	сл. tr.	сл. tr.	сл. tr.	0,02	n.o. n.d.	n.o. n.d.	0,01	n.o. n.d.	0,05	n.o. n.d.
26	цитронеллол citronellol	106-22-9	1230	1225[12]	1777	1772 [16]	n.o. n.d.	n.o. n.d.	n.o. n.d.	сл. tr.	сл. tr.	0,02	n.o. n.d.	n.o. n.d.	сл. tr.	0,02
27	герианиол geraniol	106-24-1	1256	1252 [12]	1864	1859 [16]	0,01	0,01	n.o. n.d.	n.o. n.d.	0,14	0,03	n.o. n.d.	n.o. n.d.	0,02	0,23
28	линалиацетат linalyl acetate	115-95-7	1257	1257 [12]	1570	1570 [16]	0,01	n.o. n.d.	0,09	0,05	0,02	n.o. n.d.	0,07	0,44	сл. tr.	1,60
29	борнилацетат bornyl acetate	76-49-3	1289	1285 [12]	1601	1597 [16]	0,03	0,03	1,94	n.o. n.d.	n.o. n.d.	n.o. n.d.	2,12	n.o. n.d.	0,95	0,86
30	β-кариофиллен β-caryophyllene	87-44-5	1422	1419 [12]	1626	1618 [14]	5,07	6,4	1,68	0,58	0,33	сл. tr.	1,61	0,04	1,48	1,15

Окончание таблицы 3

№	Компонент Component	CAS №	Линейные индексы удерживания (LRI) Linear retention indices (LRI)				Исследуемый образец эфирного масла Tested sample of essential oil									
			LRI ¹	LRI ²	LRI ³	LRI ⁴	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
			Содержание компонента, % Component content, %													
31	γ-куркумен γ-curcumene	28976-68-3	1486	1482 [12]	1677	1685 [22]	0,08	0,1	0,21	0,17	н.о. n.d.	н.о. n.d.	0,18	0,01	0,02	0,88
32	каламенен calamenene	72937-55-4	1527	1529 [12]	1851	1851 [13]	сл. tr.	сл. tr.	0,05	0,03	н.о. n.d.	н.о. n.d.	0,04	н.о. n.d.	н.о. n.d.	0,01
33	кариофиллена оксид caryophyllene oxide	1139-30-6	1583	1583 [12]	2024	2023 [18]	0,2	0,06	0,02	н.о. n.d.	н.о. n.d.	н.о. n.d.	сл. tr.	н.о. n.d.	сл. tr.	0,03
Монотерпены Monoterpenes							29,64	30,16	45,35	54,56	53,28	49,01	42,01	28,32	44,36	18,42
Монотерпеноиды Monoterpenoids							61,63	61,53	49,47	39,99	40,09	49,94	50,66	6,5	48,82	75,6
Сесквитерпены Sesquiterpenes							5,16	6,51	1,94	0,78	0,33	0,01	1,83	0,05	1,5	2,04
Сесквитерпеноиды Sesquiterpenoids							0,21	0,07	0,03	0,02	–	–	0,02	–	0,06	0,03
Остальное Other							–	–	–	–	–	–	–	62,51	–	–
Сумма Sum							96,64	98,27	96,79	95,35	93,7	98,96	94,52	97,38	94,74	96,02

Примечания. Компоненты представлены в порядке элюирования на колонке HP-5MS UI. Содержание мажоритарных компонентов выделено полужирным шрифтом.
н.о. – не обнаружен; сл. – обнаружены следовые количества (не более 0,01 %); LRI¹ – линейные индексы удерживания, полученные на колонке с неполярной НЖФ; LRI² – справочные линейные индексы удерживания для колонки с неполярной НЖФ; LRI³ – линейные индексы удерживания, полученные на колонке с полярной НЖФ; LRI⁴ – справочные линейные индексы удерживания для колонки с полярной НЖФ.

Notes. The components are presented in the order of elution on the HP-5MS UI column. The content of major components is shown in bold.
n.d. – not detected; t.r. – trace amounts detected (not more than 0.01 %); LRI¹ – Linear retention indices obtained on a column with nonpolar SLP; LRI² – Reference linear retention indices for a column with nonpolar SLP; LRI³ – Linear retention indices obtained on a column with polar SLP; LRI⁴ – Reference linear retention indices for a column with polar SLP.

Таблица 4. Хроматографический профиль эфирного масла шалфея мускатного в соответствии с Ph. Eur 11
Table 4. Chromatographic profile of the essential oil of clary sage according to Ph. Eur 11

Компонент Component	Нормированное содержание в Ph. Eur 11 Normalised content in Ph. Eur 11	Исследуемый образец эфирного масла Tested sample of essential oil									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Содержание компонента, % Component content, %									
линалилацетат linalyl acetate	(56...78) %	66,89	64,14	64,87	68,67	44,59	17,48	68,60	46,15	67,52	1,29
линалоол linalool	(6,5...24) %	27,57	28,94	21,88	26,39	39,64	80,26	28,23	53,50	31,95	97,26
гермакрен Д germacrene D	(1,0...12) %	1,09	3,27	9,95	2,43	1,41	0,20	0,06	н.о. n.d.	0,20	н.о. n.d.
α-терпинеол α-terpineol	не более 5,0 % not more than 5,0 %	4,04	3,23	2,80	2,17	13,99	1,99	1,99	0,12	0,29	1,45
склареол sclareol	(0,4...2,6) %	0,34	0,42	0,46	0,35	н.о. n.d.	0,06	1,09	н.о. n.d.	0,04	н.о. n.d.
α- и β-туйон α- and β-thujone	не более 0,2 % not more than 0,2 %	0,07	0,01	0,04	сл. tr.	0,37	н.о. n.d.	0,04	0,24	н.о. n.d.	н.о. n.d.

Примечания. н.о. – не обнаружен; сл. – обнаружены следовые количества (не более 0,01 %).
Notes. n.d. – not detected; tr. – trace amounts detected (not more than 0.01 %).

Таблица 5. Хроматографический профиль эфирного масла розмарина лекарственного в соответствии с Ph. Eur 11 и ГОСТ ISO 1342-2017
Table 5. Chromatographic profile of essential oil of rosemary according to Ph. Eur 11 and GOST ISO 1342-2017

Нормированное содержание, % Normalised content, %			Исследуемый образец эфирного масла Tested sample of essential oil										
Компонент Component	Розмарин лекарственный (<i>Rosmarinus officinalis</i>) Тунисский или марокканский вид Rosemary (<i>Rosmarinus officinalis</i>) Tunisian or Moroccan species		Розмарин лекарственный (<i>Rosmarinus officinalis</i>) Испанский вид Rosemary (<i>Rosmarinus officinalis</i>) Spanish specie		11	12	13	14	15	16	17	19	20
	ГОСТ ISO 1342-2017 GOST ISO 1342-2017	Ph. Eur 11	ГОСТ ISO 1342-2017 GOST ISO 1342-2017	Ph. Eur 11									
	Содержание компонента, % Component content, %												
α-пинен α-pinene	(9,0...14,0) %	(9,0...14,0) %	(18,0...26,0) %	(18,0...26,0) %	12,62	12,75	23,31	26,04	29,35	45,66	22,06	4,37	5,60
1,8-цинеол 1,8-cineole	(38,0...55,0) %	(38,0...55,0) %	(16,0...23,0) %	(16,0...25,0) %	42,84	42,58	23,46	18,18	31,84	0,06	24,61	24,59	19,82
камфора camphor	(5,0...15,0) %	(5,0...15,0) %	(12,5...22,0) %	(13,0...21,0) %	17,85	17,84	20,82	22,07	2,55	40,53	21,82	22,00	18,17
линалоол linalool	(0,3...2,0) %	–	(0,5...2,5) %	–	1,58	1,64	1,19	0,48	0,30	9,40	1,23	1,52	29,70
лимонен limonene	(1,5...4,0) %	(1,5...4,0) %	(2,5...5,5) %	(2,5...5,0) %	3,84	3,94	4,91	12,53	7,49	2,41	4,66	24,13	4,61
β-пинен β-pinene	(4,0...9,0) %	(4,0...9,0) %	(2,0...5,0) %	(2,0...6,0) %	8,72	8,99	6,52	9,98	12,08	0,63	5,90	2,72	3,48
камфен camphene	(2,5...6,0) %	(2,5...6,0) %	(7,0...13,0) %	(8,0...12,0) %	4,70	4,64	9,60	4,85	2,11	0,83	9,30	2,50	4,36
п-цимол p-cymene	(0,5...2,5) %	(0,8...2,5) %	(1,0...2,0) %	(1,0...2,2) %	2,66	2,25	2,41	2,25	4,02	0,01	2,42	5,00	1,40
борнеол borneol	(1,0...5,0) %	(1,5...5,0) %	(1,0...4,5) %	(2,0...4,5) %	3,10	3,15	2,31	1,18	0,42	0,27	2,48	3,25	8,75
β-мирцен β-myrcene	(1,0...2,0) %	(1,0...2,0) %	(2,5...4,5) %	(1,5...5,0) %	0,43	0,48	1,59	1,50	0,87	0,18	1,47	5,48	1,64
α-терпинеол α-terpineol	(1,0...2,5) %	(1,0...2,6) %	(1,0...4,0) %	(1,0...3,5) %	1,62	1,71	1,78	0,37	8,96	0,03	1,72	3,26	1,42
борнилацетат bornyl acetate	(0,1...1,6) %	(0,1...1,5) %	(0,5...2,5) %	(0,5...2,5) %	0,04	0,04	2,09	0,54	н.о. n.d.	н.о. n.d.	2,33	1,13	1,04
вербенон verbenone	не более 0,4 % not more than 0,4 %	не более 0,4 % not more than 0,4 %	(0,7...2,5) %	(0,7...2,5) %	0,01	0,01	сл. tr.	0,03	сл. tr.	н.о. n.d.	0,01	0,06	н.о. n.d.

Примечания. н.о. – не обнаружен; сл. – обнаружены следовые количества (не более 0,01 %).

Notes. n.d. – not detected; t.r. – trace amounts detected (not more than 0.01 %).

На этапе рассмотрения химических составов исследуемых масел важно исключить эфирные масла, полученные из других растений (в т. ч. и близкородственных видов). Установленные профили для эфирных масел видов рода шалфей в большей степени позволяют отличать эфирные масла, полученные из близких ботанических видов, а непосредственно вариабельность, в первую очередь географическая, химического состава практически не учитывается. Среди представителей рода шалфей изучены фитохимические отличительные признаки эфирных масел шалфея мускатного (*Salvia sclarea* L.), лавандолистного/испанского¹ (*Salvia lavandulifolia* Vahl) и лекарственного/далматского² (*Salvia officinalis* L.), установлены их регламентируемые хроматографические профили (согласно ISO и Ph. Eur).

Поэтому высокое содержание 1,8-цинеола (25,28 %), камфоры (23,66 %), лимонена (5,06 %) и α -пинена при низком совокупном содержании линалоола (1,57 %) и линалилацетата (1,76 %) позволяет отнести образец № 5 к эфирному маслу шалфея испанского в соответствии с его регламентированным хроматографическим профилем.

Соотношение входящих в состав эфирного масла групп компонентов также является его специфической характеристикой, хотя и менее определяющей, чем его хроматографический профиль. Характеристика образцов эфирного масла шалфея мускатного и розмарина лекарственного в зависимости от доли содержащихся в составе групп соединений представлена на рисунке 3. Соединения сесквитерпенового и дитерпенового ряда содержатся в рассматриваемых маслах в относительно небольшом количестве, поэтому для сравнения была взята их сумма.

В составе исследуемых эфирных масел шалфея мускатного основная доля приходится на монотерпеноидные соединения (до 87,97 %), где в наибольшем количестве содержатся линалилацетат (до 50,68 %) и линалоол (до 23,17 %).

При рассмотрении эфирных масел шалфея мускатного крымского происхождения (образцы № 1–4, 7, 9) очевидны определенные закономерности. Для описанных эфирных масел отмечено достаточно низкое содержание склареола – не более 0,31 % (таблица 2). Содержание склареола находится на нижней границе регламентированного значения в соответст-

вии с хроматографическим профилем (таблица 4), установленным Ph. Eur 11. Вместе с тем содержание линалилацетата в испытуемых эфирных маслах находится в диапазоне от 47,86 до 52,15 %, что соответствует середине интервала допустимой границы для установленного фармакопеей хроматографического профиля. Отмечено высокое содержание линалоола (от 14,89 до 23,17 %). Так, в испытуемых образцах эфирного масла №№ 1, 2, 4, 7 и 9 его содержание превышает верхнюю допустимую границу в хроматографическом профиле. Примечательно, что соотношение содержания линалилацетата и линалоола находится в диапазоне от 2,11 до 2,96. Соотношение содержания линалилацетата и линалоола может быть включено в хроматографический профиль и использовано в качестве одного из отличительных признаков эфирного масла шалфея мускатного крымского происхождения.

При определении ряда закономерностей необходимо учитывать сезонную вариабельность сырья. Образцы эфирного масла № 2 и 3 были произведены из сырья урожая разных лет: образец № 2 произведен из сырья урожая 2021 года, образец № 3 – урожая 2022 года. При достаточно схожем содержании линалилацетата (47,86 и 44,15 %) содержание линалоола изменяется от 21,59 до 14,89 %. Тем не менее наиболее выраженная изменчивость характерна для гермакрена Д, его содержание изменяется от 2,44 до 6,77 %. Таким образом, очевидно, что для установления четких классификационных критериев для эфирного масла шалфея мускатного крымского происхождения необходимо дополнить уже имеющиеся результаты анализа образцов, полученных из сырья разных лет и сезонов заготовки.

Кроме веществ, включенных в нормативный хроматографический профиль, следует выделить изомерные линалилацетату геранилацетат и нерилацетат. Геранилацетат находящийся в крымских образцах в количествах от 3,20 до 4,67 %, нерилацетат – от 1,49 до 2,14 %. А соотношение их содержания остается практически постоянным: от 2,15 до 2,39.

У части исследуемых образцов эфирных масел розмарина лекарственного (№№ 13, 14, 15, 16, 17, 19) соединения монотерпеноидного и монотерпенового ряда представлены в почти равных количествах, тогда как у образцов №№ 11, 12 и 20 основная доля приходится на монотерпеноидные соединения (рисунок 3). Такая вариабельность состава является естественной, например, стандарт ISO и монография Европейской фармакопеи дифференцируют состав на тунисский/марокканский и испанский виды, что отражено в таблице 5.

Несмотря на очевидные несоответствия профилей эфирных масел №№ 15, 16, 19 и 20 существующим нормативным требованиям к хроматографическому

¹ International Organization for Standardisation. ISO 3526:2005 – Oil of sage, Spanish (*Salvia lavandulifolia* Vahl). Available at: <https://www.iso.org/ru/standard/37275.html>. Accessed: 22.05.2024.

² International Organization for Standardisation. ISO 9909:1997 – Oil of Dalmatian sage (*Salvia officinalis* L.). Available at: <https://www.iso.org/standard/17791.html>. Accessed: 22.05.2024.

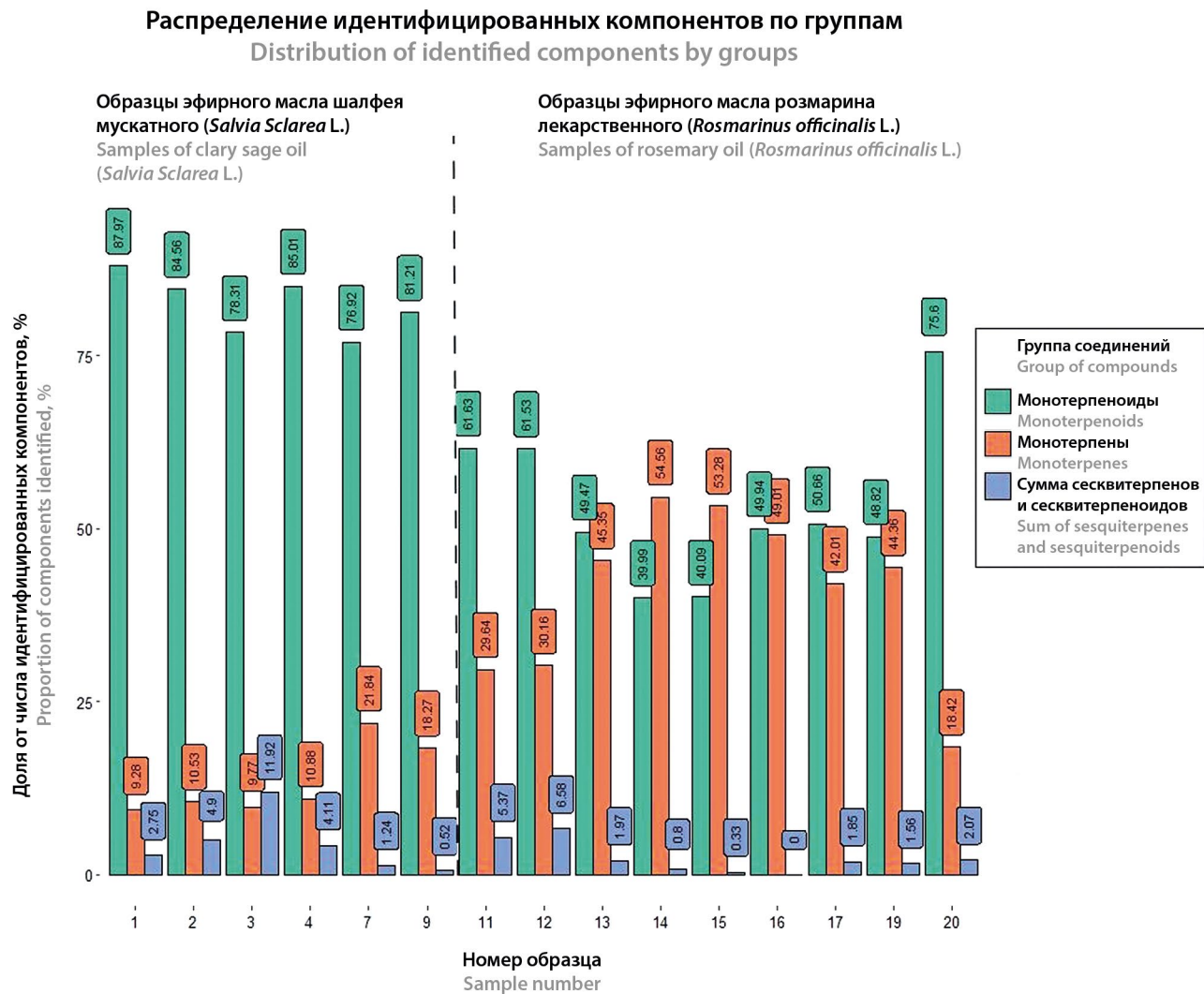


Рисунок 3. Распределение идентифицированных компонентов эфирного масла по группам
Figure 3. Distribution of identified essential oil components by groups

профилю эфирного масла розмарина лекарственного (таблица 5), они представляют непосредственный интерес для профилирования. При накоплении достаточного количества образцов со сходными химическими составами их отличительные особенности необходимо будет учесть при разработке хроматографического профиля.

С учетом естественной вариабельности компонентного состава эфирного масла розмарина лекарственного на данном этапе исследования основной упор был сделан на рассмотрение границ этой вариабельности – большинство образцов имеют профиль марокканского/туниССкого и испанского видов. В нормативный хроматографический профиль эфирного масла розмарина включено 13 и 12 компонентов в соответствии с ISO и Ph. Eur 11, поэтому для выявления закономерностей распределения

компонентного состава следует уделить им наибольшее внимание. Эфирное масло розмарина крымского происхождения (образец № 13) по своему хроматографическому профилю соответствует эфирному маслу розмарина лекарственного испанского вида (таблица 5). В его хроматографическом профиле отмечено незначительное превышение содержания β -пинена (6,52 %), *n*-цимола (2,41 %) и следовые количества вербенонa. Помимо компонентов хроматографического профиля, среди идентифицированных компонентов следует обратить внимание на β -кариофиллен и борнилацетат.

Содержание β -кариофиллена в образце эфирного масла крымского происхождения составляет 1,68 % (таблица 3), что соотноСится с его содержанием в образцах №№ 17 и 19 испанского происхождения (1,61 и 1,48 %), тогда как в образцах марокканского

происхождения его содержание составляет от 5,07 до 6,40 %. Содержание борнилацетата в образце крымского происхождения составляет 1,94 %, тогда как в образцах испанского происхождения – 2,12 и 0,95 %, в марокканских же образцах борнилацетат содержится в незначительном количестве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведен анализ эфирных масел шалфея мускатного и розмарина лекарственного различного происхождения. В составе исследуемых эфирных масел было идентифицировано 42 и 33 соединения, в среднем представляющих 93,7 и 96,2 % от всех компонентов пробы соответственно. На основании проведенных работ было составлено распределение компонентного состава исследуемых масел по группам соединений, входящих в их состав. Установлено, что вне зависимости от своего происхождения основу компонентного состава эфирного масла шалфея составляют монотерпеноидные соединения, тогда как для розмарина лекарственного может наблюдаться как преобладание монотерпеноидных соединений в случае тунисского/марокканского вида масла, так и примерно схожее количество монотерпеновых и монотерпеноидных соединений в случае масла испанского вида.

Для эфирного масла шалфея мускатного крымского происхождения выявлен ряд закономерностей, обособляющих его состав: повышенное содержание линалоола при отношении содержания линалилацетата и линалоола от 2,11 до 2,96, достаточно высокая вариабельность содержания гермакрена Д в зависимости от года заготовки урожая, нехарактерно высокое для масел другого происхождения содержание геранилацетата (до 4,67 %) и нерилацетата (до 2,14 %) и практически постоянное отношение их содержания.

Для эфирного масла розмарина лекарственного крымского происхождения сделано предположение о возможности отнесения данного масла к эфирному маслу розмарина испанского типа в соответствии с ISO и Ph. Eur. В данном случае не удалось выделить тот или иной признак, обособляющий хроматографический профиль эфирного масла розмарина лекарственного российского происхождения от регламентированного для масла испанского типа.

Таким образом, обнаруженные закономерности требуют дальнейшего изучения, экспериментальной проверки и расширения выборки в зависимости в первую очередь от различных регионов и сезонов заготовки для определения четких классификационных критериев, обособляющих эфирные масла шалфея мускатного и розмарина лекарственного российского происхождения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bolouri P., Salami R., Kouhi S., Kordi M., Asgari Lajayer B., Hadian J., Astatkie T. Applications of Essential Oils and Plant Extracts in Different Industries. *Molecules*. 2022;27(24):8999. DOI: 10.3390/molecules27248999.
2. Лапко И. В., Аксенова Ю. Б., Кузнецова О. В., Василевский С. В., Аксенов А. В., Таранченков В. Ф., Антохин А. М., Ихалайнен А. А. Эфирные масла: методы определения подлинности и выявления фальсификации. *Аналитика и контроль*. 2019;23(4):444–475. DOI: 10.15826/analitika.2019.23.4.010.
3. Атаева А. К., Атажанова Г. А., Бадекова К., Ивасенко С. А., Марченко А. Б., Лосева И. В. Оценка качества эфирных масел с помощью анализа ГХ-МС. *Медицина и экология*. 2020;1(94):64–76.
4. Дьякова Н. А., Коренская И. М., Сливкин А. И. Сравнительный анализ качественного состава эфирного масла травы полыни горькой синантропной флоры Воронежской области. *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2023;12(2):104–112. DOI: 10.33380/2305-2066-2023-12-2-104-112.
5. Дьякова Н. А., Сливкин А. И., Коренская И. М. Особенности накопления эфирного масла в траве полыни горькой флоры Воронежской области. *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2022;11(2):140–144. DOI: 10.33380/2305-2066-2022-11-2-140-144.
6. Walia S., Mukhia S., Bhatt V., Kumar R., Kumar R. Variability in chemical composition and antimicrobial activity of *Tagetes minuta* L. essential oil collected from different locations of Himalaya. *Industrial Crops and Products*. 2020;150:112449. DOI: 10.1016/j.indcrop.2020.112449.
7. Морозов С. В., Ткачева Н. И., Ткачев А. В. Проблемы комплексного химического профилирования лекарственных растений. *Химия растительного сырья*. 2018;4:5–28. DOI: 10.14258/jcprm.2018044003.
8. Chrysargyris A., Mikallou M., Petropoulos S., Tzortzakis N. Profiling of Essential Oils Components and Polyphenols for Their Antioxidant Activity of Medicinal and Aromatic Plants Grown in Different Environmental Conditions. *Agronomy*. 2020;10(5):727. DOI: 10.3390/agronomy10050727.
9. Bicchi C., Chaintreau A., Joulain D. Identification of flavour and fragrance constituents. *Flavour and Fragrance Journal*. 2018;33(3):201–202. DOI: 10.1002/ffj.3445.
10. Capetti F., Marengo A., Cagliero C., Liberto E., Bicchi C., Rubiolo P., Sgorbini B. Adulteration of Essential Oils: A Multitask Issue for Quality Control. Three Case Studies: *Lavandula angustifolia* Mill., *Citrus limon* (L.) Osbeck and *Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betche) Cheel. *Molecules*. 2021;26(18):5610. DOI: 10.3390/molecules26185610.
11. Cebi N., Taylan O., Abusurrah M., Sagdic O. Detection of Orange Essential Oil, Isopropyl Myristate, and Benzyl Alcohol in Lemon Essential Oil by FTIR Spectroscopy Combined with Chemometrics. *Foods*. 2021;10(1):27. DOI: 10.3390/foods10010027.
12. Adams R. P. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. Carol Stream: Alluredbooks; 2017.
13. Sagrero-Nieves L., Bartley J. P., Espinosa G. B., Dominguez X. A., Verde J. S. Essential oil composition of *Aristolochia brevipes* Benth. *Flavour and Fragrance Journal*. 1997;12(6):401–

403. DOI: 10.1002/(SICI)1099-1026(199711/12)12:6<401::AID-FFJ673>3.0.CO;2-D.
14. Qian M. C., Wang Y. Seasonal variation of volatile composition and odor activity value of 'Marion' (*Rubus* spp. hyb) and 'Thornless Evergreen' (*R. laciniatus* L.) blackberries. *Journal of Food Science*. 2005;70(1):13–20. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2005.tb09013.x.
15. Başer K. H. C., Özek T., Demirci B., Kürkçüoğlu M., Aytaç Z., Duman H. Composition of the essential oils of *Zosima absinthifolia* (Vent.) Link and *Ferula elaeochytris* Korovin from Turkey. *Flavour and Fragrance Journal*. 2000;15(6): 371–372. DOI: 10.1002/1099-1026(200011/12)15:6<371::AID-FFJ919>3.0.CO;2-Z.
16. Choi H.-S., Sawamura M. Composition of the Essential Oil of *Citrus tamurana* Hort. ex Tanaka (Hyuganatsu). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2000;48(10):4868–4873. DOI: 10.1021/jf000651e.
17. Gauvin A., Lecomte H., Smadja J. Comparative investigations of the essential oils of two scented geranium (*Pelargonium* spp.) cultivars grown on Reunion Island. *Flavour and Fragrance Journal*. 2004;19(5):455–460. DOI: 10.1002/FFJ.1354.
18. Chisholm M. G., Wilson M. A., Gaskey G. M. Characterization of aroma volatiles in key lime essential oils (*Citrus aurantifolia* Swingle). *Flavour and Fragrance Journal*. 2003;18(2):106–115.
19. Pintore G., Usai M., Bradesi P., Juliano C., Boatto G., Tomi F., Chessa M., Cerri, R. Casanova J. Chemical composition and antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* L. oils from Sardinia and Corsica. *Flavour and Fragrance Journal*. 2002;17:15–19. DOI: 10.1002/ffj.1022.
20. Tabanca N., Kırimer N., Demirci B., Demirci F., Başer K. H. C. Composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Micromeria cristata* subsp. phrygia and the enantiomeric distribution of borneol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2001;49(9):4300–4303.
21. Kivçak B., Akay S., Demirci B., Başer K. Chemical composition of essential oils from leaves and twigs of *Pistacia lentiscus*, *Pistacia lentiscus* var. *chia*, and *Pistacia terebinthus* from Turkey. *Pharmaceutical Biology*. 2004;42(4–5):360–366. DOI: 10.1080/13880200490519677.
22. Cavalli J.-F., Ranarivelo L., Ratsimbason M., Bernardini A.-F., Casanova J. Constituents of the essential oil of six *Helichrysum* species from Madagascar. *Flavour and Fragrance Journal*. 2001;16(4):253–256. DOI: 10.1002/ffj.994.
23. Lattoo S. K., Dhar R. S., Dhar A. K., Sharma P. R., Agarwal S. G. Dynamics of essential oil biosynthesis in relation to inflorescence and glandular ontogeny in *Salvia sclarea*. *Flavour and Fragrance Journal*. 2006;21(5):817–821. DOI: 10.1002/ffj.1733.
24. Lopes D., Strobl H., Kolodziejczyk P. 14-Methylpentadecano-15-lactone (Muscolide): A New Macrocyclic Lactone from the Oil of *Angelica archangelica* L. *Chemistry & Biodiversity*. 2005;1(12):1880–1887. DOI: 10.1002/cbdv.200490144.
2. Lapko I. V., Aksenova Yu. B., Kuznetsova O. V., Vasilevskij S. V., Aksenov A. V., Taranchenkov V. F., Antohin A. M., Ihalajnen A. A. Essential oils: the review of the methods for determining the authenticity and detecting adulteration. *Analytics and control*. 2019;23(4):444–475. (In Russ.) DOI: 10.15826/analitika.2019.23.4.010.
3. Ataeva A. K., Atazhanova G. A., Badekova K., Ivasenko S. A., Marchenko A. B., Loseva I. V. Quality assessment of essential oils by gas chromatography-mass spectrometry. *Medicine and ecology*. 2020;1(94):64–76. (In Russ.)
4. Dyakova N. A., Korenskaya I. M., Slivkin A. I. Comparative Analysis of Quality of Essential Oil of Wormwood Herb Synanthropic Flora of Voronezh Region. *Drug development & registration*. 2023;12(2):104–112. (In Russ.) DOI: 10.33380/2305-2066-2023-12-2-104-112.
5. Dyakova N. A., Slivkin A. I., Korenskaya I. M. Features of Accumulation of Essential Oil in Bitter Wormwood Herbs of Flora of Voronezh Region of Russia. *Drug development & registration*. 2022;11(2):140–144. (In Russ.) DOI: 10.33380/2305-2066-2022-11-2-140-144.
6. Walia S., Mukhia S., Bhatt V., Kumar R., Kumar R. Variability in chemical composition and antimicrobial activity of *Tagetes minuta* L. essential oil collected from different locations of Himalaya. *Industrial Crops and Products*. 2020;150:112449. DOI: 10.1016/j.indcrop.2020.112449.
7. Morozov S. V., Tkacheva. N. I., Tkachev. A. V. Problems of comprehensive chemical profiling of medicinal plants. *Chemistry of plant raw material*. 2018;4:5–28. (In Russ.) DOI: 10.14258/jcpm.2018044003.
8. Chrysargyris A., Mikallou M., Petropoulos S., Tzortzakis N. Profiling of Essential Oils Components and Polyphenols for Their Antioxidant Activity of Medicinal and Aromatic Plants Grown in Different Environmental Conditions. *Agronomy*. 2020;10(5):727. DOI: 10.3390/agronomy10050727.
9. Bicchi C., Chaintreau A., Joulain D. Identification of flavour and fragrance constituents. *Flavour and Fragrance Journal*. 2018;33(3):201–202. DOI: 10.1002/ffj.3445.
10. Capetti F., Marengo A., Cagliero C., Liberto E., Bicchi C., Rubiolo P., Sgorbini B. Adulteration of Essential Oils: A Multitask Issue for Quality Control. Three Case Studies: *Lavandula angustifolia* Mill., *Citrus limon* (L.) Osbeck and *Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betche) Cheel. *Molecules*. 2021;26(18):5610. DOI: 10.3390/molecules26185610.
11. Cebi N., Taylan O., Abusurrah M., Sagdic O. Detection of Orange Essential Oil, Isopropyl Myristate, and Benzyl Alcohol in Lemon Essential Oil by FTIR Spectroscopy Combined with Chemometrics. *Foods*. 2021;10(1):27. DOI: 10.3390/foods10010027.
12. Adams R. P. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. Carol Stream: Alluredbooks; 2017.
13. Sagrero-Nieves L., Bartley J. P., Espinosa G. B., Dominguez X. A., Verde J. S. Essential oil composition of *Aristolochia brevipes* Benth. *Flavour and Fragrance Journal*. 1997;12(6):401–403. DOI: 10.1002/(SICI)1099-1026(199711/12)12:6<401::AID-FFJ673>3.0.CO;2-D.
14. Qian M. C., Wang Y. Seasonal variation of volatile composition and odor activity value of 'Marion' (*Rubus* spp. hyb) and 'Thornless Evergreen' (*R. laciniatus* L.) blackberries. *Journal of Food Science*. 2005;70(1):13–20. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2005.tb09013.x.

REFERENCES

1. Bolouri P., Salami R., Kouhi S., Kordi M., Asgari Lajayer B., Hadian J., Astatkie T. Applications of Essential Oils and Plant Extracts in Different Industries. *Molecules*. 2022;27(24):8999. DOI: 10.3390/molecules27248999.

15. Başer K. H. C., Özek T., Demirci B., Kürkçüoğlu M., Aytaç Z., Duman H. Composition of the essential oils of *Zosima absinthifolia* (Vent.) Link and *Ferula elaeochytris* Korovin from Turkey. *Flavour and Fragrance Journal*. 2000;15(6): 371–372. DOI: 10.1002/1099-1026(200011/12)15:6<371::AID-FFJ919>3.0.CO;2-Z.
16. Choi H.-S., Sawamura M. Composition of the Essential Oil of *Citrus tamurana* Hort. ex Tanaka (Hyuganatsu). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2000;48(10):4868–4873. DOI: 10.1021/jf000651e.
17. Gauvin A., Lecomte H., Smadja J. Comparative investigations of the essential oils of two scented geranium (*Pelargonium* spp.) cultivars grown on Reunion Island. *Flavour and Fragrance Journal*. 2004;19(5):455–460. DOI: 10.1002/FFJ.1354.
18. Chisholm M. G., Wilson M. A., Gaskey G. M. Characterization of aroma volatiles in key lime essential oils (*Citrus aurantifolia* Swingle). *Flavour and Fragrance Journal*. 2003;18(2):106–115.
19. Pintore G., Usai M., Bradesi P., Juliano C., Boatto G., Tomi F., Chessa M., Cerri, R. Casanova J. Chemical composition and antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* L. oils from Sardinia and Corsica. *Flavour and Fragrance Journal*. 2002;17:15–19. DOI: 10.1002/ffj.1022.
20. Tabanca N., Kırimer N., Demirci B., Demirci F., Başer K. H. C. Composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Micromeria cristata* subsp. phrygia and the enantiomeric distribution of borneol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2001;49(9):4300–4303.
21. Kivçak B., Akay S., Demirci B., Başer K. Chemical composition of essential oils from leaves and twigs of *Pistacia lentiscus*, *Pistacia lentiscus* var. *chia*, and *Pistacia terebinthus* from Turkey. *Pharmaceutical Biology*. 2004;42(4–5):360–366. DOI: 10.1080/13880200490519677.
22. Cavalli J.-F., Ranarivelo L., Ratsimbason M., Bernardini A.-F., Casanova J. Constituents of the essential oil of six *Helichrysum* species from Madagascar. *Flavour and Fragrance Journal*. 2001;16(4):253–256. DOI: 10.1002/ffj.994.
23. Lattoo S. K., Dhar R. S., Dhar A. K., Sharma P. R., Agarwal S. G. Dynamics of essential oil biosynthesis in relation to inflorescence and glandular ontogeny in *Salvia sclarea*. *Flavour and Fragrance Journal*. 2006;21(5):817–821. DOI: 10.1002/ffj.1733.
24. Lopes D., Strobl H., Kolodziejczyk P. 14-Methylpentadecano-15-lactone (Muscolide): A New Macrocyclic Lactone from the Oil of *Angelica archangelica* L. *Chemistry & Biodiversity*. 2005;1(12):1880–1887. DOI: 10.1002/cbdv.200490144.