



Сравнительный анализ химического состава и фармакологической активности *Myrtus communis* L. и *Myrtus communis* var. *microphylla* Willk.

Г. Р. Юлмухаметова¹ , Н. В. Кудашкина¹ , С. Р. Хасанова¹ , Е. А. Смолярчук² ,
К. М. Акпаева³ , И. Д. Крылова² , В. И. Корунас² , А. В. Самородов⁴ ✉

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России). 450008, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Ленина, д. 3

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет). 119048, Россия, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

³ Некоммерческое акционерное общество «Медицинский университет Астана». 010000, Казахстан, г. Астана, ул. Бейбитшилик, д. 49А

⁴ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений» (ФГБНУ ВИЛАР). 117216, Россия, г. Москва, ул. Грина, д. 7

✉ Контактное лицо: Самородов Александр Владимирович. E-mail: AVSamorodov@gmail.com

Резюме

Введение. Мирт обыкновенный (*Myrtus communis* L.) широко распространен в Средиземноморском регионе и культивируется во многих странах мира, включая Российскую Федерацию. Внутри вида *Myrtus communis* L. выделяют несколько разновидностей. Наиболее известны такие разновидности, как мирт обыкновенный (*M. communis* L.) и мирт мелколистный (*M. communis* var. *microphylla* Willk.).

Цель. Сравнительный анализ компонентного состава мирта обыкновенного (*Myrtus communis* L.) и мелколистного (*Myrtus communis* var. *microphylla* Willk.) в извлечениях, полученных с использованием растворителей различной полярности (петролейный эфир, гексан, метанол), для выявления хемотаксономических маркеров и оценка антиагрегантной и антиоксидантной активности водных извлечений из листьев *Myrtus communis* L. и *Myrtus communis* var. *microphylla* Willk.

Материалы и методы. Объектами исследования служили высушенные листья *M. communis* и *M. communis* var. *microphylla*, собранные в 2024–2025 гг. в учебно-опытном хозяйстве (лимонари) ГБПОУ «Уфимский лесотехнический техникум». Для исследования химического состава экстракцию проводили с использованием различных растворителей: петролейного эфира, гексана и метанола. Анализ компонентного состава выполняли методом газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ-МС) на хроматографе Agilent 8890GC с масс-спектрометром Agilent 5977B. Для фармакологических исследований использовали настои, полученные по фармакопейной методике. Фармакологическую активность изучали по влиянию на гемостаз (агрегация тромбоцитов, АПТВ) и оценивая их антиоксидантные свойства (хемилюминесценция на моделях генерации АФК, ПОЛ и активности макрофагов).

Результаты и обсуждение. В листьях *M. communis* и *M. communis* var. *microphylla* идентифицировано от 10 до 20 компонентов. Установлено, что содержание миртенилацетата характерно только для *M. communis* var. *microphylla* во всех исследованных извлечениях: в гексане (12,78 %), метаноле (5,59 %) и петролейном эфире (2,44 %). *M. communis* и *M. communis* var. *microphylla* содержат β-ситостерин (10–12 % в гексане), витамин Е (3–6 %) и эйкозан (6–13 %). Фармакологические исследования выявили умеренную антиагрегантную активность *M. communis* и *M. communis* var. *microphylla*: увеличение латентного периода на 5,2–6,5 %, снижение скорости агрегации на 8,7–10,3 % для *M. communis* var. *microphylla* проявил более выраженную антиоксидантную активность (снижение ПОЛ на 12,1–12,4 % для *M. communis* var. *microphylla*, на 6,2–10,4 % – *M. communis*).

Заключение. Полученные данные расширяют представления о внутривидовой вариабельности вида *M. communis* и могут быть использованы для разработки нормативной документации на сырье различных разновидностей мирта, а также для создания фитопрепаратов с антиагрегантными и антиоксидантными свойствами.

© Юлмухаметова Г. Р., Кудашкина Н. В., Хасанова С. Р., Смолярчук Е. А., Акпаева К. М., Крылова И. Д., Корунас В. И., Самородов А. В., 2026

© Издатель ООО «Центр Фармацевтической Аналитики», 2026

© Yulmukhametova G. R., Kudashkina N. V., Khasanova S. R., Smolyarchuk E. A., Akpaeva K. M., Krylova I. D., Korunas V. I., Samorodov A. V., 2026

© Publisher LLC "Center of Pharmaceutical Analytics", 2026

Ключевые слова: *Myrtus communis* L., мирт обыкновенный, *Myrtus communis* var. *microphylla* Willk., мирт мелколистный, ГХ-МС, миртенилацетат, антиоксидантная активность, антиагрегантная активность

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

Вклад авторов. Г. Р. Юлмухаметова, Н. В. Кудашкина, С. Р. Хасанова, А. В. Самородов разработали дизайн эксперимента. Г. Р. Юлмухаметова получила образцы для исследования и участвовала во всех этапах исследования. Е. А. Смолярчук, К. М. Акпаева, И. Д. Крылова, В. И. Корунас и А. В. Самородов проводили фармакологические исследования. Г. Р. Юлмухаметова, Н. В. Кудашкина, С. Р. Хасанова провели ГХ/МС-исследования. Г. Р. Юлмухаметова, Н. В. Кудашкина, С. Р. Хасанова, А. В. Самородов участвовали в обработке данных и в написании текста статьи. Все авторы участвовали в обсуждении результатов.

Финансирование. Исследования выполнены по теме ФГБНУ ВИЛАР «Проведение доклинических исследований лекарственных средств растительного происхождения» (шифр темы FGUU-2025-0003).

Благодарность. Коллектив авторов выражает благодарность сотрудникам учебно-опытного хозяйства (лимонария) ГБПОУ «Уфимский лесотехнический техникум» за помощь в сборе, идентификации и предоставлении растительного сырья.

Для цитирования: Юлмухаметова Г. Р., Кудашкина Н. В., Хасанова С. Р., Смолярчук Е. А., Акпаева К. М., Крылова И. Д., Корунас В. И., Самородов А. В. Сравнительный анализ химического состава и фармакологической активности *Myrtus communis* L. и *Myrtus communis* var. *microphylla* Willk. *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2026;15(4). <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2026-15-4-2401>

Поступила в редакцию: 15.06.2026

Поступила после рецензирования: 20.08.2026

Принята к публикации: 02.10.2026

Comparative analysis of the chemical composition and pharmacological activity of *Myrtus communis* L. and *Myrtus communis* var. *microphylla* Willk.

Gulshat R. Yulmukhametova¹ , Natalia V. Kudashkina¹ , Svetlana R. Khasanova¹ ,
Elena A. Smolyarchuk² , Karlygash M. Akpaeva³ , Irina D. Krylova² ,
Vladislav I. Korunas² , Aleksandr V. Samorodov⁴ ✉ 

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Bashkir State Medical University" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation (FSBEI HE BSMU MOH Russia). 3, Lenina str., Ufa, Republic of Bashkortostan, 450008, Russia

² I. M. Sechenov First MSMU of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University). 8/2, Trubetskaya str., Moscow, 119048, Russia

³ Astana Medical University. 49A, Beibitshilik str., Astana, 010000, Kazakhstan

⁴ All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants. 7, Grina str., Moscow, 117216, Russia

✉ **Corresponding author:** Aleksandr V. Samorodov. **E-mail:** AVSamorodov@gmail.com

Abstract

Introduction. Myrtle (*Myrtus communis* L.) is widespread in the Mediterranean region and is cultivated in many countries of the world, including the Russian Federation. There are several varieties within the *Myrtus communis* L. species. The most well-known varieties are common myrtle (*M. communis* L.) and small-leaved myrtle (*M. communis* var. *microphylla* Willk.).

Aim. A comparative analysis of the component composition of common myrtle (*Myrtus communis* L.) and small-leaved myrtle (*Myrtus communis* var. *microphylla* Willk.) in extracts of varying polarity (petroleum ether, hexane, methanol) to identify chemotaxonomic markers and evaluate the antiplatelet and antioxidant activity of aqueous extracts from the leaves of *Myrtus communis* L. and *Myrtus communis* var. *microphylla* Willk.

Materials and methods. The subjects of the study were dried leaves of *M. communis* and *M. communis* var. *microphylla*, collected in 2024–2025 at the educational experimental farm (limonarium) of the Ufa Forest Technical College. To analyze the chemical composition, extraction was performed using various solvents: petroleum ether, hexane, and methanol. The component composition was analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) on an Agilent 8890GC chromatograph coupled with an Agilent 5977B mass spectrometer. For pharmacological studies, infusions were prepared according to pharmacopoeial methods. Pharmacological activity was studied using hemostasis models (platelet aggregation, APTT) and antioxidant activity (chemiluminescence in models of ROS generation, lipid peroxidation, and macrophage activity).

Results and discussion. In the extracts of *M. communis* and *M. communis* var. *microphylla*, between 10 and 20 components were identified. It was established that the content of myrtenyl acetate is characteristic only for *M. communis* var. *microphylla* in all studied extracts: in hexane (12.78 %), methanol (5.59 %), and petroleum ether (2.44 %). *M. communis* and *M. communis* var. *microphylla* contain β -sitosterol (10–12 % in hexane), vitamin E (3–6 %), and eicosane (6–13 %). Pharmacological studies revealed moderate anti-aggregant activity of *M. communis* and *M. communis* var. *microphylla*: an increase in the latency

period by 5.2–6.5 % and a decrease in aggregation rate by 8.7–10.3 %. *M. communis* var. *microphylla* exhibited more pronounced antioxidant activity (reduction of lipid peroxidation by 12.1–12.4 % for *M. communis* var. *microphylla*, and by 6.2–10.4 % for *M. communis*).

Conclusion. The obtained data expand the understanding of intraspecific variability of the species *M. communis* and can be used for the development of regulatory documentation on raw materials from various varieties of myrtle, as well as for the creation of phytopreparations with antiplatelet and antioxidant properties.

Keywords: *Myrtus communis* L., common myrtle, *Myrtus communis* var. *microphylla* Willk., small-leaved myrtle, GC-MS, myrtenyl acetate, antioxidant activity, antiplatelet activity

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

Contribution of the authors. Gulshat R. Yulmukhametova, Natalia V. Kudashkina, Svetlana R. Khasanova, Aleksandr V. Samorodov designed and developed the experiment. Gulshat R. Yulmukhametova received samples for research and participated in all stages of the study. Elena A. Smolyarchuk, Karlygash M. Akpaeva, Irina D. Krylova, Vladislav I. Korunas, Aleksandr V. Samorodov pharmacological studies. Gulshat R. Yulmukhametova, Natalia V. Kudashkina, Svetlana R. Khasanova conducted GC/MS research. Gulshat R. Yulmukhametova, Natalia V. Kudashkina, Svetlana R. Khasanova, Aleksandr V. Samorodov participated in data processing and in writing the text of the article. All the authors participated in the discussion of the results.

Funding. The research was carried out on the topic "Conducting preclinical studies of medicines of plant origin" (topic code FGUU-2025-0003, All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants).

Acknowledgment. The authors express their gratitude to the staff of the educational and experimental farm (Iemonarium) of the Ufa Forestry Technical College (GBPOU "Ufimsky Lesotekhnichesky Tekhnikum") for their assistance in collecting, identifying, and providing the plant material.

For citation: Yulmukhametova G. R., Kudashkina N. V., Khasanova S. R., Smolyarchuk E. A., Akpaeva K. M., Krylova I. D., Korunas V. I., Samorodov A. V. Comparative analysis of the chemical composition and pharmacological activity of *Myrtus communis* L. and *Myrtus communis* var. *microphylla* Willk. *Drug development & registration*. 2026;15(4). <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2026-15-4-2401>

Received: 15.06.2026

Revised: 20.08.2026

Accepted: 02.10.2026

ВВЕДЕНИЕ

Мирт обыкновенный (*Myrtus communis* L.) представляет собой вечнозеленый кустарник, относящийся к семейству миртовых (*Myrtaceae*). Данный вид широко распространен в Средиземноморском регионе и культивируется во многих странах мира, включая Российскую Федерацию (Черноморское побережье Кавказа, Крым, а также в условиях защищенного грунта) [1, 2].

Листья мирта служат ценным источником биологически активных соединений. Они обладают антисептическими, противовоспалительными, антимикробными, противовирусными, антиоксидантными и др. свойствами [3–12].

Внутри вида *Myrtus communis* L. выделяют несколько разновидностей, различающихся по морфологическим признакам, прежде всего по размеру и форме листовых пластинок [13]. Наиболее известны такие разновидности, как мирт обыкновенный (*M. communis* L.) и мирт мелколистный (*M. communis* var. *microphylla* Willk.). Листья *M. communis*

имеют ланцетно-овальную форму листовой пластинки с округлым основанием, цельнокрайним краем и перисто-петлевым жилкованием. Их длина составляет 3–5 см, ширина – 1,5–2 см. Для *M. communis* var. *microphylla* характерна узколанцетная форма с клиновидным основанием при сохранении остальных морфологических признаков (цельнокрайний край, короткочерешковое прикрепление, супротивное расположение). Размеры листьев этой разновидности значительно меньше: длина – 0,5–1,5 см, ширина – 0,3–0,6 см. Несмотря на отчетливые морфологические различия, сведения о химическом составе и фармакологической активности этих разновидностей остаются крайне ограниченными.

Myrtus communis L. традиционно применяется в народной медицине в качестве кровоостанавливающего средства. В исследовании [14] показано, что водный экстракт листьев мирта проявляет гемостатическую активность, опосредованную агрегацией тромбоцитов. Однако сравнительная оценка влияния на систему гемостаза различных внутривидовых форм

мирта, включая мелколистную разновидность, ранее не проводилась.

Приоритет водных настоев как объекта фармакологического исследования определяется их официальным статусом¹, соответствием традиционному применению мирта, а также подтвержденной в доклинических исследованиях гемостатической активностью водных извлечений [14].

Известно, что химический состав *M. communis* подвержен значительным изменениям в зависимости от географического происхождения, климатических факторов, фазы вегетации и условий культивирования. Одной из основных групп биологически активных веществ листьев *M. communis* являются эфирные масла [15–17]. Так, в эфирном масле образцов *M. communis* из разных регионов Средиземноморья содержание α -пинена варьирует от 18 до 57 % [19]. Данный полиморфизм хорошо прослеживается на примере различных популяций. К примеру, средиземноморские и иранские хемотипы характеризуются высоким содержанием 1,8-цинеола (до 40–50 %) в эфирном масле [19, 20], тогда как в североафриканских образцах преобладают миртенилацетат (57,58 %) и α -пинен [21]. В Тунисе содержание α -пинена в эфирном масле может варьировать в широких пределах – от 17,53 до 58,05 % [22]. Крымская популяция *M. communis* также представляет собой отдельный хемотип с доминированием 1,8-цинеола (22,05 %) и наличием миртенилацетата (10,17 %) [23].

Кроме того, в листьях *M. communis* идентифицирован ряд липофильных соединений (β -ситостерин, α -пинен, 1,8-цинеол, витамин Е), для которых в зарубежных исследованиях доказана антитромботическая и антиагрегантная активность [24, 25]. Это указывает на высокий потенциал *M. communis* как источника соединений для создания антиагрегантных средств, что делает актуальным изучение его химического состава и фармакологических свойств.

Выбор растворителя для экстракции играет ключевую роль в извлечении тех или иных групп биологически активных соединений. Согласно литературным данным, различные растворители – петролейный эфир, гексан и метанол – характеризуются разной экстракционной способностью по отношению к компонентам растительного сырья [26, 27].

Цель исследования. Сравнительный анализ компонентного состава *Myrtus communis* L. и *Myrtus communis* var. *microphylla* Willk. в извлечениях, полученных с использованием растворителей различной полярности (петролейный эфир, гексан, метанол), для выявления хемотаксономических маркеров, а также

оценка антиагрегантной и антиоксидантной активности водных извлечений из листьев *M. communis* и *M. communis* var. *microphylla*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследования. В качестве объектов исследования выступали листья двух разновидностей *Myrtus communis* L., заготовленные в 2024–2025 гг. на территории учебно-опытного хозяйства ГБПОУ «Уфимский лесотехнический техникум» в период массового цветения растения:

- *Myrtus communis* L. (мирт обыкновенный) – листья крупные, длиной 3–5 см и шириной 1,5–2 см, ланцетно-овальной формы;
- *Myrtus communis* var. *microphylla* Willk. (мирт мелколистный) – листья мелкие, длиной 0,5–1,5 см, шириной 0,3–0,6 см, узколанцетной формы.

Сырье высушивали воздушно-теньевым способом. Идентификация разновидностей вида *M. communis* проводилась на основании данных стандартных определителей к. биол. н. Ф. В. Садыковой и в сравнении с ваучерными образцами из гербарного фонда Никитского ботанического сада [30].

Получение извлечений для химического анализа. Для извлечения липофильных и полярных соединений использовали три растворителя с различной полярностью: петролейный эфир (40–60 °С для газовой хроматографии, НПО «ЭкоТек», Россия), гексан (марка «особо чистый», АО «ЭКОС-1», Россия), метанол (для ВЭЖХ, Merck KGaA, Германия).

Навеску воздушно-сухого сырья массой 10 г помещали в емкость из темного стекла, заливали 100 мл соответствующего растворителя (соотношение сырья и экстрагента – 1:10) и выдерживали при комнатной температуре в течение 5 суток в защищенном от света месте. Выбор условий экстракции основывался на ранее опубликованных подходах к выделению биологически активных веществ из растительного сырья [26, 27]. По окончании экстракции полученные извлечения фильтровали через мембранный фильтр (CHROMAFIL® Xtra PA-45/25, 0,45 мкм, Германия) и исследовали методом ГХ-МС.

Определение коэффициента водопоглощения. Коэффициент водопоглощения для получения настоя определяли по фармакопейной статье². Для *M. communis* он составил 3,6 мл/г, для *M. communis* var. *microphylla* – 3,9 мл/г.

¹ ОФС 1.4.1.0018 «Настои и отвары». Государственная фармакопея Российской Федерации XV издания. Доступно по: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-4/1-4-1-lekarstvennye-formy/nastoi-i-otvary/> Ссылка активна на 10.03.2026.

² ОФС.1.5.3.0012 «Определение коэффициента водопоглощения и расходного коэффициента лекарственного растительного сырья». Государственная фармакопея Российской Федерации. XV издания. Доступно по: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-5/1-5/1-opredelenie-koeffitsienta-vodopogloshcheniya-i-raskhodnogo-koeffitsienta-lekarstvennogo-rastitelnogo/> Ссылка активна на 10.03.2026.

Приготовление извлечений для фармакологических исследований. Для изучения биологической активности готовили настои из листьев *M. communis* и *M. communis* var. *microphylla*. Воздушно-сухое сырье массой 10 г помещали в фарфоровую или стеклянную емкость, заливали водой очищенной в соотношении сырья и экстрагента 1:10. Объем воды очищенной рассчитывали с учетом коэффициента водопоглощения: для *M. communis* – 136 мл, для *M. communis* var. *microphylla* – 139 мл. Сырье заливали рассчитанным объемом воды, нагревали на кипящей водяной бане. Нагревание проводили в течение 15 мин, после чего колбу извлекали из водяной бани, охлаждали до комнатной температуры в течение 45 мин, фильтровали и доводили до первоначального объема водой очищенной. Полученные таким образом настои непосредственно использовали в экспериментах *in vitro*. Технология приготовления водного извлечения соответствовала требованиям действующей фармакопейной статьи.

Анализ компонентного состава. Компонентный состав извлечений изучали методом газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ-МС). Анализ проводили на газовом хроматографе Agilent 8890GC с масс-спектрометром Agilent 5977B в качестве детектора. Использовали капиллярную колонку HP-5MS (30 м × 0,25 мм × 0,25 мкм). Газ-носитель – гелий. Температура термостата колонки программировалась от 50 °C до 280 °C со скоростью 5 °C/мин. Объем пробы – 1 мкл с делением потока (1:30); режим работы детектора – ионизация электронным ударом (70 эВ), регистрация масс-спектров в диапазоне m/z 40–1050 а.е.м.; задержка детектирования на растворитель – 3 мин. Полученные результаты обрабатывали с использованием программ Data Analysis MSD Chem Station G1701 FA F.01.03.2357 и Agilent Mass Hunter Qualitative analysis 10.0 – IC SNR_DA.M. Масс-спектры обрабатывались с использованием поискового модуля NIST MS Search 2.2 на основе указанных спектральных библиотек. В статье представлены только компоненты с достоверностью идентификации (качеством совпадения) не менее 90 %. Количественное содержание компонентов в пробе (в процентах) вычисляли методом внутренней нормализации.

Фармакологические исследования. Оценку биологической активности *M. communis* и *M. communis* var. *microphylla* проводили на образцах крови, полученных от 12 здоровых мужчин-добровольцев в возрасте от 18 до 24 лет. Все процедуры соответствовали рекомендациям, изложенным в «Руководстве по доклиническому изучению новых фармакологических веществ» [29]. Исследование одобрено локальным этическим комитетом (протокол № 1 от 20.01.2024), от каждого участника получено информированное согласие.

Забор венозной крови проводили из локтевой вены с использованием вакуумных систем BD Vacu-

taider® (Becton Dickinson, США). В качестве стабилизатора применяли 3,8%-й раствор цитрата натрия в соотношении 9:1 (кровь:стабилизатор).

Влияние на агрегацию тромбоцитов. Антиагрегантную активность оценивали на богатой тромбоцитами плазме по методу Борна с помощью агрегометра AT-02 (НПЦ «Медтех», Россия). Индукторами агрегации служили АДФ (20 мкг/мл) и коллаген (5 мг/мл) производства компании «Технология-Стандарт» (Россия). В опытах использовали настои, полученные по описанной выше методике. Препараты сравнения (ацетилсалициловая кислота, гепарин натрия) применяли в конечных концентрациях $2 \cdot 10^{-3}$ моль/л и 0,5 г/л соответственно.

Антикоагулянтная активность. Влияние образцов (настоев листьев из изучаемых хемотипов) на свертывающую систему крови изучали с помощью оптического анализатора Solar CGL 2110 (ЗАО «СОЛАР», Беларусь). Определяли активированное частичное тромбопластиновое время (АПТВ). Использовали стандартные наборы реагентов производства компании «Технология-Стандарт» (Россия). Препарат сравнения (гепарин натрия) исследовали в концентрации 0,5 г/л.

Антиоксидантная активность. Способность исследуемых образцов подавлять свободнорадикальные процессы оценивали методом хемилюминесценции на трех экспериментальных моделях:

- генерация активных форм кислорода (АФК, модель I);
- перекисное окисление липидов (ПОЛ, модель II);
- функциональная активность макрофагов (АМ, модель III).

Регистрируемыми показателями являлись светосумма и максимальная амплитуда вспышки [30]. В качестве референсного препарата использовали аскорбиновую кислоту в концентрации $2 \cdot 10^{-3}$ моль/л; настои, полученные по указанной выше технологии, тестировали в исходном виде.

Статистический анализ. Результаты исследования обрабатывали с помощью статистического пакета STATISTICA 10.0 (StatSoft Inc., США). Для проверки нормальности распределения фактического набора данных использовали критерий Шапиро – Уилка. Форма распределения полученных данных отличалась от нормальной, поэтому для дальнейшего анализа были использованы непараметрические методы. Данные были представлены в виде медианы, 25-го и 75-го процентилей. Дисперсионный анализ проводили с использованием критерия Манна – Уитни. Значение $p < 0,05$ считалось статистически значимым.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В таблице 1 представлены данные анализа извлечений *M. communis* и *M. communis* var. *microphylla*, полученных с использованием растворителей различной полярности (петролейный эфир, гексан и метанол).

Таблица 1. Компонентный состав извлечений *M. communis* и *M. communis* var. *microphylla* (n = 5)

Table 1. Component composition of *M. communis* and *M. communis* var. *microphylla* extracts (n = 5)

Компонент Component	Время удерживания, мин Retention time, min	<i>M. communis</i> , %	<i>M. communis</i> var. <i>microphylla</i> , %	<i>M. communis</i> , %	<i>M. communis</i> var. <i>microphylla</i> , %	<i>M. communis</i> , %	<i>M. communis</i> var. <i>microphylla</i> , %
		Петролейный эфир (концентрация в пробе, %) Petroleum ether (concentration in sample, %)	Гексан (концентрация в пробе, %) Hexane (concentration in sample, %)	Метанол (концентрация в пробе, %) Methanol (concentration in sample, %)			
α-пинен α-pinene	2,93	17,73	1,46	7,86	6,02	0,72	0,17
D-лимонен D-limonene	3,78	9,46	–	2,50	0,45	–	–
1,8-цинеол 1,8-cineole	3,83	4,10	0,33	2,05	1,48	0,82	0,37
Линалоол Linalool	4,49	6,72	0,73	2,66	3,62	1,92	1,20
α-терпинеол α-terpineol	5,69	0,78	–	–	–	0,33	–
Геранилизобутират Geranyl isobutyrate	8,01	1,05	–	–	–	–	–
Миртенилацетат Myrtenyl acetate	7,37	–	2,44	–	12,78	–	5,59
Терпеновые соединения Terpene compounds							
Линалилацетат Linalyl acetate	6,37	–	–	–	1,72	–	–
Метилэвгенол Methyleugenol	8,31	1,33	0,21	–	0,83	0,83	1,45
Кариофиллен Caryophyllene	8,64	0,94	0,72	0,62	0,30	0,56	0,14
α-гумулен α-humulene	9,09	1,07	–	1,08	0,28	0,83	0,69
Нетерпеноидные соединения Non-terpenoid compounds							
Пальмитиновая кислота Palmitic acid	14,41	–	2,42	0,80	0,62	0,69	0,56
Эйкозан Eicosane	24,14	13,06	–	2,99	6,18	–	–
Витамин Е (α-токоферол) Vitamin E (α-tocopherol)	24,84	3,85	0,89	12,03	6,46	1,17	1,29
β-ситостерин β-sitosterol	27,65	–	–	10,38	11,81	2,70	6,50

Таблица предоставлена авторами
The table was provided by the authors

Как видно из полученных данных, петролейно-эфирное извлечение *M. communis* характеризуется высоким содержанием монотерпенов. Наибольший вклад вносят α-пинен (17,73 %) и D-лимонен (9,46 %). Также в заметных количествах присутствуют нетерпеноидные соединения – эйкозан (13,06 %) и витамин Е (3,85 %). В петролейно-эфирном извлечении

M. communis var. *microphylla* содержание терпенов существенно ниже, однако обращает на себя внимание наличие миртенилацетата (2,44 %), который в *M. communis* не идентифицирован.

Гексановые извлечения продемонстрировали наиболее насыщенный и сопоставимый профиль для обеих разновидностей мирта (таблица 1). Среди всех

использованных растворителей гексан оказался наиболее эффективным для извлечения липофильных компонентов из листьев обеих исследованных разновидностей. Прежде всего обращает на себя внимание высокое содержание β -ситостерина, достигающее 10–12 % в обоих образцах. Это соединение известно своей гиполипидемической активностью, что делает его ценной мишенью для фармакологических исследований. Концентрация витамина Е в *M. communis* var. *microphylla* (6,18 %) вдвое превышает таковую в *M. communis* (2,99 %). Ключевое различие между разновидностями вновь проявляется в присутствии миртенилацетата: в гексановом экстракте *M. communis* var. *microphylla* его доля составляет 12,78 %, тогда как у *M. communis* он отсутствует.

Извлечения *M. communis* и *M. communis* var. *microphylla*, полученные с использованием метанола, содержат меньше летучих терпеновых соединений по сравнению с экстракцией неполярными растворителями (таблица 1). В данных извлечениях содержание моно- и сесквитерпенов ожидаемо невелико. Тем не менее сохраняется главная закономерность, отмеченная для других типов экстрактов: миртенилацетат обнаруживается только в образцах *M. communis* var. *microphylla*, где его количество достигает 5,59 %. Обращает на себя внимание высокое содержание β -ситостерина в *M. communis* var. *microphylla* (6,50 %), что вдвое превышает показатель для *M. communis* (2,70 %). По остальным компонентам, таким как метилэвгенол, пальмитиновая кислота и витамин Е, обе

разновидности проявляют сходство – их содержание находится в сопоставимых пределах (0,6–1,5 %).

Основные исследованные компоненты извлечений листьев *M. communis* и *M. communis* var. *microphylla* относятся к липофильным соединениям терпеноидной природы. Однако имеются данные, что при взаимодействии терпеноидов с полисахаридами, сапонами, белками, фенольными соединениями может повышаться растворимость последних за счет различных механизмов, связанных с физико-химическими свойствами этих веществ и их способностью формировать различные устойчивые гидрофильные структуры. В частности, сапонины, также содержащиеся в листьях мирта, выступают в качестве эмульгатора, позволяющего эфирным маслам образовывать коллоидные растворы и переходить в водное извлечение. Так как сапонины имеют большую молекулярную массу и не являются летучими соединениями, на хроматограмме они не видны, но фактическое наличие данной группы БАВ доказывает их роль эмульгатора в водном извлечении [31, 32, 33]. В связи с этим в сравнительных фармакологических исследованиях были использованы водные извлечения – настои из листьев *M. communis* и *M. communis* var. *microphylla*.

Способность водных извлечений листьев *M. communis* и *M. communis* var. *microphylla* влиять на процессы свертывания крови оценивали по ряду показателей агрегации тромбоцитов и по изменению активированного частичного тромбопластинового времени. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2. Влияние настоев листьев *M. communis* и *M. communis* var. *microphylla* на показатели гемостаза, Ме (0,25–0,75), % к контролю

Table 2. Effect of infusions of *M. communis* and *M. communis* var. *microphylla* leaves on hemostasis parameters, Iu (0.25–0.75), % of control

Показатель Indicator	<i>M. communis</i>	<i>M. communis</i> var. <i>microphylla</i>	Ацетилсалициловая кислота Acetylsalicylic acid	Гепарин натрия Sodium heparin
Латентный период Latent Period	+6,5 (5,8–8,4)*,#	+5,2 (4,7–6,9)*,#	–2,1 (1,1–2,6)	–
Максимальная амплитуда (МА) Maximum Amplitude (MA)	–9,4 (7,5–10,2)*	–11,2 (10,3–12,4)*	–13,7 (10,8–16,4)*	–
Скорость агрегации Aggregation Rate	–10,3 (9,4–13,7)*	–8,7 (7,8–10,6)*	–10,5 (7,6–12,3)*	–
Время достижения МА Time to MA	+4,7 (4,2–7,9)*,#	–17,4 (16,5–18,4)*,#	+10,5 (8,7–13,4)*	–
АПТВ APTT	+3,7 (3,1–5,2)†	+4,6 (3,7–5,4)*,†	–	+20,3 (19,7–21,4)*

Примечание. Данные представлены в виде медианы и межквартильного интервала, % к контролю; * $p < 0,05$ – по сравнению с контролем; # $p < 0,05$ – по сравнению с ацетилсалициловой кислотой; † $p < 0,05$ – по сравнению с гепарином натрия; $n = 6$.

Note. Data are presented as median and interquartile range, % of control; * $p < 0.05$ – compared to the control; # $p < 0.05$ – compared to acetylsalicylic acid; † $p < 0.05$ – compared to Heparin sodium; APTT – activated partial thromboplastin time.

Таблица предоставлена авторами
The table was provided by the authors

Как следует из таблицы 2, оба исследуемых объекта оказывают умеренное, но статистически значимое влияние на агрегацию тромбоцитов. У *M. communis* латентный период увеличивался в среднем на 6,5 %, а скорость агрегации снижалась на 10,3 %. У *M. communis* var. *microphylla* эти показатели составили 5,2 и 8,7 % соответственно, причем различия между двумя разновидностями статистически незначимы ($p \geq 0,05$). Максимальная амплитуда агрегации под действием обоих образцов уменьшалась на 9,4–11,2 %, что сопоставимо с эффектом ацетилсалициловой кислоты (13,7 %, $p \geq 0,05$).

Что касается антикоагулянтной активности, оба образца незначительно удлиняли АПТВ – на 3,7 % *M. communis* и на 4,6 % *M. communis* var. *microphylla*. Это свидетельствует о слабом влиянии на внутренний путь свертывания крови, уступающем по действию препарату сравнения – гепарину натрия (+20,3 %).

Антиоксидантные свойства листьев *M. communis* и *M. communis* var. *microphylla* изучали на трех независимых модельных системах, позволяющих оценить их способность подавлять генерацию активных форм кислорода (АФК), перекисное окисление липидов (ПОЛ) и функциональную активность макрофагов. Результаты представлены в таблице 3.

На модели генерации АФК (модель I) оба исследуемых образца проявляли умеренную антиоксидантную активность. Светосумма снижалась на 8,5–12,1 %, а максимальная вспышка – на 11,4–15,8 % по сравнению с контролем.

При этом *M. communis* var. *microphylla* эффективнее подавлял пиковую вспышку (15,8 % против 11,4 % у *M. communis*).

В системе перекисного окисления липидов (модель II) *M. communis* var. *microphylla* также продемонстрировал более выраженное действие. Под его влиянием светосумма уменьшалась на 12,4 %, а вспышка – на 12,1 %. Для *M. communis* эти показатели составили 10,4 и 6,2 % соответственно, причем снижение вспышки оказалось статистически незначимым.

На модели активности макрофагов (модель III) *M. communis* и *M. communis* var. *microphylla* практически не влияли на исследуемые показатели. Статистически значимое снижение зарегистрировано лишь под действием *M. communis* var. *microphylla* (11,2 %).

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенное исследование выявило принципиальные различия в химическом составе двух разновидностей мирта. Наиболее значимым результатом является обнаружение миртенилацетата исключительно в извлечениях *M. communis* var. *microphylla* во всех использованных растворителях. В листьях *M. communis* это соединение отсутствует, что позволяет рассматривать его в качестве специфического хемотаксономического маркера для различения *M. communis* и *M. communis* var. *microphylla*. Миртенилацетат (миралдилацетат) представляет собой сложный эфир миртенола и уксусной кислоты и рас-

Таблица 3. Антиоксидантная активность листьев *M. communis* и *M. communis* var. *microphylla*, Ме (0,25–0,75), % к контролю

Table 3. Antioxidant activity of *M. communis* and *M. communis* var. *microphylla* leaves, Me (0.25–0.75), % of control

Модель Model	Показатель Indicator	<i>M. communis</i>	<i>M. communis</i> var. <i>microphylla</i>	Аскорбиновая кислота Ascorbic acid
АФК (I) ROSM (I)	Светосумма Light sum	–12,1 (10,7–13,4) α	–8,5 (5,7–10,1) α	–84,5 (79,3–87,1)
	Вспышка Flash of light	–11,4 (10,8–12,9) α	–15,8 (13,2–16,1) α	–91,7 (82,3–95,2)
ПОЛ (II) LPM (II)	Светосумма Light sum	–10,4 (9,7–12,4) β	–12,4 (11,8–13,4) β	–78,1 (70,4–82,4)
	Вспышка Flash of light	–6,2 (4,1–7,7)	–12,1 (11,5–15,4) β	–86,8 (80,3–92,1)
АМ (III) MAM (III)	Светосумма Light sum	–6,8 (5,6–8,4)	–4,8 (3,7–5,6)*	+73,1 (66,7–75,2)
	Вспышка Flash of light	–7,4 (6,8–9,4)	–11,2 (10,3–14,7) γ	+98,7 (94,8–100,3)

Примечание. $\alpha p < 0,05$, $\beta p < 0,05$, $\gamma p < 0,05$ – статистически значимые отличия от аскорбиновой кислоты для моделей I, II и III соответственно; * $p > 0,05$ – отличие от контроля недостоверно. АФК (I) – модель активных форм кислорода, ПОЛ (II) – модель перекисного окисления липидов, АМ (III) – модель активности макрофагов.

Note. $\alpha p < 0,05$, $\beta p < 0,05$, $\gamma p < 0,05$ – statistically significant differences from ascorbic acid for models I, II and III, respectively; * $p > 0,05$ – the difference from the control is not reliable. ROS (I) – reactive oxygen species model, LPM (II) – lipid peroxidation model, MAM (III) – macrophage activation model.

Таблица предоставлена авторами
The table was provided by the authors

смачивается как один из характерных компонентов исследуемого вида. В литературе описаны его хемотипы с высоким содержанием миртенилацетата: для алжирских образцов характерно доминирование этого компонента (до 57,58 %) [8], а в экстракционных препаратах его содержание варьирует в зависимости от сезона сбора и фазы цветения.

Терпеновый профиль *M. communis* оказался значительно богаче. Содержание α -пинена в петролейно-эфирном извлечении (17,73 %) сопоставимо с данными по иранским и сардинским образцам [19, 20]. Высокое содержание D-лимонена (9,46 %) также характерно для средиземноморских хемотипов [18]. Напротив, *M. communis* var. *microphylla* содержит терпены в существенно меньших количествах, что может быть связано с перераспределением метаболических потоков в сторону биосинтеза миртенилацетата.

Обе разновидности проявили сходство в содержании липофильных биологически активных веществ. Высокое содержание β -ситостерина (10–12 % в гексановых извлечениях) представляет значительный интерес, поскольку этот фитостерин обладает гиполипидемической, гипохолестеринемической и противоопухолевой активностью [24, 34]. Содержание витамина E (α -токоферола) в *M. communis* var. *microphylla* (6,18 %) вдвое превышает таковую в *M. communis* (2,99 %).

Идентифицированные липофильные соединения (β -ситостерин, витамин E, α -пинен, 1,8-цинеол) в значительных количествах не переходят в водные настои. Однако, согласно литературным данным, при взаимодействии терпеноидов с полисахаридами, сапонинами или белками возможно повышение их растворимости в водной среде за счет образования различных комплексов, мицелл, эмульсий или инкапсуляции [31, 32, 33]. Таким образом, терпеноиды и другие липофильные компоненты могут частично переходить в водные извлечения и вносить вклад в наблюдаемую антиагрегантную активность [7]. Для оценки вклада отдельных соединений необходимы дальнейшие исследования.

Более выраженная антиоксидантная активность *M. communis* var. *microphylla*, особенно на модели ПОЛ (снижение светосуммы на 12,4 % против 10,4 % у *M. communis*), также требует дальнейшего изучения.

Выявлены различия во времени достижения максимальной амплитуды агрегации: для *M. communis* var. *microphylla* отмечено снижение этого показателя на 17,4 %, тогда как для *M. communis* – увеличение на 4,7 %. Данное различие указывает на разные механизмы действия настоев двух разновидностей, что является перспективным направлением для дальнейшего изучения.

Минимальное влияние обоих исследуемых образцов на активность макрофагов (модель III) указывает на отсутствие иммунотоксических эффектов и подтверждает селективность их антиоксидантного действия.

Выбор растворителя ожидаемо влиял на состав полученных извлечений из разновидностей *M. communis*. Петролейный эфир оказался оптимальным для извлечения терпенов из *M. communis*, гексан – для комплексного извлечения липофильных БАВ (терпены, стерины, витамин E) из обеих разновидностей. Методология экстракции, примененная в данной работе, согласуется с подходами, используемыми для извлечения других классов природных соединений [26, 27].

В настоящем исследовании использованы различные подходы для решения поставленных задач. Экстракция органическими растворителями (петролейный эфир, гексан, метанол) применялась для идентификации липофильных компонентов методом ГХ-МС. Для оценки фармакологической активности готовили настои, что соответствует традиционному способу применения лекарственного растительного сырья и регламентировано фармакопейными требованиями. Сочетание фитохимического анализа и фармакологических исследований позволяет получить комплексную информацию о химическом составе и потенциальных биологических свойствах сырья.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе впервые проведен систематический сравнительный анализ химического состава экстрактов двух разновидностей мирта – обыкновенного (*Myrtus communis* L.) и мелколистного (*Myrtus communis* var. *microphylla* Willk.) – в растворителях различной полярности (петролейный эфир, гексан, метанол), а также оценена фармакологическая активность их водных извлечений.

Хемотаксономический маркер. Установлено, что миртенилацетат присутствует только в образцах *M. communis* var. *microphylla* во всех исследованных извлечениях: в гексане (12,78 %), метаноле (5,59 %) и петролейном эфире (2,44 %). В *M. communis* данное соединение не обнаружено, что позволяет рассматривать его в качестве специфичного хемотаксономического маркера для дифференциации *M. communis* и *M. communis* var. *microphylla*.

Терпеновый профиль. Терпеновый профиль *M. communis* оказался значительно богаче. Содержание α -пинена в нем сопоставимо с иранскими и сардинскими образцами. Высокое содержание в нем D-лимонена также сопоставимо со средиземноморским хемотипом. Напротив, *M. communis* var. *microphylla* содержит терпены в существенно меньших количествах, что может быть связано с перераспределением метаболических потоков в сторону биосинтеза миртенилацетата.

Липофильные компоненты. Обе разновидности характеризуются высоким содержанием липофильных биологически активных веществ: β -ситостерина (10–12 % в гексановых извлечениях), витамина E (3–

6 %) и эйкозана (6–13 %). Концентрация витамина Е в *M. communis* var. *microphylla* (6,18 %) вдвое превышает таковую в *M. communis* (2,99 %).

Оптимальные экстрагенты. Для каждой группы соединений определены оптимальные экстрагенты: петролейный эфир – для терпенов *M. communis*, гексан – для комплексного извлечения липофильных БАВ из обеих разновидностей.

Антиагрегантная активность. Фармакологические исследования водных извлечений подтвердили наличие умеренной антиагрегантной активности у обеих разновидностей мирта. Под их влиянием латентный период агрегации увеличивался на 5,2–6,5 %, скорость агрегации снижалась на 8,7–10,3 %, а максимальная амплитуда – на 9,4–11,2 %, что сопоставимо с эффектом ацетилсалициловой кислоты.

Антиоксидантная активность. *M. communis* var. *microphylla* проявляет более выраженную антиоксидантную активность по сравнению с *M. communis*: подавление перекисного окисления липидов достигает 12,1–12,4 % (против 6,2–10,4 % у *M. communis*), а снижение пиковой активности АФК – 15,8 % (против 11,4 % у *M. communis*). Идентификация компонентов, ответственных за этот эффект, требует дальнейших исследований.

Заключение. Полученные данные расширяют представления о внутривидовой вариабельности рода *Myrtus* Tourn. ex L. и могут быть использованы при разработке нормативной документации на сырье различных разновидностей мирта. Установленные различия в химическом составе позволяют обоснованно выбирать разновидность *M. communis* для дальнейших фитохимических и фармакологических исследований. Водные извлечения из листьев *M. communis* и *M. communis* var. *microphylla* могут рассматриваться как перспективная лекарственная форма для углубленного изучения фармакологической активности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коновалов Д. А., Бакова Е. Ю., Бакова Н. Н. Мирта обыкновенного листа: химический состав, фармакологические свойства, перспективы использования. Казань: Бук; 2025. 92 с.
2. Adham A. M., Sabah S. Sh., Mahmoud M. R., Fahel O. F. Analysis of Genetic Diversity of Myrtle (*Myrtus Communis* L.) by Using SSR Technique. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;1:012011. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/923/1/012011>
3. Mir M. A. *Myrtus communis* leaves: source of bio-actives, traditional use, their biological properties, and prospects. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas*. 2024;23(4):487–515. <https://doi.org/10.37360/blacpma.24.23.4.33>
4. Бакова Е. Ю., Бакова Н. Н., Поздняков Д. И., Коновалов Д. А., Оробинская В. Н. Антиоксидантные свойства и токсичность водного извлечения и сиропа мирта обыкновенного. *Современная наука и инновации*. 2022;40(4):108–115. <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2022.4.11>
5. Al-Maharik N., Jaradat N., Al-Hajj N., Jaber S. *Myrtus communis* L.: essential oil chemical composition, total phenols and flavonoids contents, antimicrobial, antioxidant, anticancer, and α -amylase inhibitory activity. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 2023;10:41. <https://doi.org/10.1186/s40538-023-00417-4>
6. Al-Snafi A. E., Teibo J. O., Shaheen H. M., Akinfe O. A., Teibo T. K. A., Emieseimokumo N., Elfiky M. M., Al-Kuraisy H. M., Al-Garbeeb A. I., Alexiou A., Papadakis M., Mahana H. A. M., Younes A. M., Elbanna O. A., Qasem A. A. R., Shahin I. Y. I., Batiha G. E.-S. The therapeutic value of *Myrtus communis* L.: an updated review. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*. 2024;397:4579–4600. <https://doi.org/10.1007/s00210-024-02958-3>
7. Atiyah A. J., Mahmood S. J., Atiyah A. J. Effect of oral administration of *Myrtus communis* extract on reducing the negative impacts of feed contaminated with mycotoxins on productive performance and some blood characteristics in local male rabbits. *Open Veterinary Journal*. 2025;15(3):1217–1225. <https://doi.org/10.5455/OVJ.2025.v15.i3.13>
8. Barboucha G., Rahim N., Bramki A., Boulebd H., Andolfi A., Boulacheb K., Boulacel A., Salvatore M. M., Masi M. Comprehensive in vitro and in silico Analysis of Antimicrobial and Insecticidal Properties of Essential Oil of *Myrtus communis* L. from Algeria. *International Journal of Molecular Sciences*. 2025;26(10):4754. <https://doi.org/10.3390/ijms26104754>
9. Ertik O., Kadioğlu-Yaman B., Şen A., Şener G., Yanardag R. The protective effects of *Myrtus communis* subsp. on ovariectomized diabetic rats' renal and intestinal tissues: in vivo and in silico approaches. *Archives of Physiology and Biochemistry*. 2025;131(2):210–226. <https://doi.org/10.1080/13813455.2024.2406895>
10. Li D.-Y., Donadu M. G., Shue T., Dangas G., Athanasiadis A., Lan S., Wen X., Battah B., Zanetti S., Mazzarello V., Sarafianos S. G., Ferrari M., Michailidis E. *Myrtus communis* L. Essential Oil Exhibits Antiviral Activity against Coronaviruses. *Pharmaceuticals*. 2024;17(9):1189. <https://doi.org/10.3390/ph17091189>
11. Yang H., Li J., Wang B.-L., Yang X.-Y., Zhang Y. Discovery, synthesis, and antibacterial activity of novel myrtucommulone analogs as inhibitors of DNA gyrase and topoisomerase IV. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 2025;283:117138. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2024.117138>
12. Al-Najjar B. O., Elshibani F., Sharkasi M. A., Shintiri N. E., Naili E. E., Abdulsayid M., Abozayed R. S., Mohammed H. A. Phytochemical analysis, bioactivity, and molecular docking studies of *Myrtus communis* L. seeds and fruit peel extracts demonstrating antioxidant and anti-tyrosinase properties. *Scientific Reports*. 2025;15(1):5634. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-89401-6>
13. Бакова Е. Ю., Меликов Ф. М., Коновалов Д. А., Бобкова Н. В. Анатомо-морфологическая характеристика листьев мирта обыкновенного, произрастающего в условиях южного берега Крыма. *Фармация*. 2021;70(2):29–35. <https://doi.org/10.29296/25419218-2021-02-05>
14. Ebrahimi F., Mahmoudi J., Torbati M., Karimi P., Valizadeh H. Hemostatic activity of aqueous extract of *Myrtus communis* L. leaf in topical formulation: In vivo and in vitro evaluations. *Journal of Ethnopharmacology*. 2020;249:112398. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112398>

15. Маслова В. Д., Куркин В. А., Рязанова Т. К. Сравнительный качественный и количественный анализ эфирных масел мирта обыкновенного и эвкалипта прутовидного. *Фармация*. 2025;(1):22–29. <https://doi.org/10.29296/25419218-2025-01-03>
16. Мамедова И. О., Мамедов Т. С. Состав эфирных масел листьев *Myrtus communis* L. на востоке Азербайджана. *Hortus Botanicus*. 2022;17:204–215. <https://doi.org/10.15393/j4.art.2022.8467>
17. Черятова Ю. С. Особенности строения и формирования эфирномасличных вместилищ *Myrtus communis* L. *Разнообразие растительного мира*. 2023;2(17):5–11. <https://doi.org/10.22281/2686-9713-2023-2-5-11>
18. Melito S., La Bella S., Martinelli F., Cammalleri I., Tutto-lomondo T., Leto C., Fadda A., Molinu M. G., Mulas M. Morphological, chemical, and genetic diversity of wild myrtle (*Myrtus communis* L.) populations in Sicily. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2016;40(2):240–261. <https://doi.org/10.3906/tar-1505-118>
19. Tuberoso C. I. G., Barra A., Angioni A., Sarritzu E., Pirisi F. M. Chemical composition of volatiles in Sardinian myrtle (*Myrtus communis* L.) alcoholic extracts and essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006;54(4):1420–1426. <https://doi.org/10.1021/jf052425g>
20. Yarahmadi R., Mumivand H., Ehtesham Nia A., Raji M. R., Argento S. Natural Diversity in Total Phenol, Flavonoids, Antioxidant Properties, and Essential Oil Composition of Iranian Populations of *Myrtus communis* L. *Plants*. 2024;13(24):3458. <https://doi.org/10.3390/plants13243458>
21. Bouzabata A., Castola V., Bighelli A., Abed L., Casanova J., Tomi F. Chemical variability of Algerian *Myrtus communis* L. *Chemistry & Biodiversity*. 2013;10(1):129–137. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201200150>
22. Zayani R., BenSalem E., Khouja M., Bouhjar A., Boussaid M., Messaoud C. Optimization of Tunisian *Myrtus communis* L. Essential Oil Extraction by Complete Factorial Experimental Design. *Metabolites*. 2025;15(6):369. <https://doi.org/10.3390/metabo15060369>
23. Бакова Е. Ю., Палий А. Е., Бакова Н. Н., Федотова И. А. Особенности компонентного состава эфирного масла *Myrtus communis* L., выращиваемого в условиях Южного берега Крыма. *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2018;(11):30–35. <https://doi.org/10.29296/25877313-2018-11-04>
24. Gogoi D., Pal A., Chattopadhyay P., Paul S., Deka R. C., Mukherjee A. K. First Report of Plant-Derived β -Sitosterol with Antithrombotic, in Vivo Anticoagulant, and Thrombus-Preventing Activities in a Mouse Model. *Journal of Natural Products*. 2018;81(11):2521–2530. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.8b00574>
25. Alatawi K. A., Ravishankar D., Patra P. H., Bye A. P., Stainer A. R., Patel K., Widera D., Vaiyapuri S. 1,8-Cineole Affects Agonists-Induced Platelet Activation, Thrombus Formation and Haemostasis. *Cells*. 2021;10(10):2616. <https://doi.org/10.3390/cells10102616>
26. Tashmenov R. S., Toxanbayeva Zh. S., Janpaizova V. M., Ashirbekova G. Sh., Kaipova Zh. N. Extraction of phytin from rice-grain processing byproducts. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2020;54(1):61–63. <https://doi.org/10.1007/s11094-020-02156-4>
27. Бабешина Л. Г., Кривенкова О. В., Танцура Н. В., Спиридонова А. А., Волкова А. И., Байчорова Д. А. Степень измельчения лекарственного растительного сырья как фактор экстракции, стабильности и доступности биологически активных веществ в многокомпонентных растительных сборах. *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2026;29(5):152–160. <https://doi.org/10.29296/25877313-2026-05-16>
28. Работягов В. Д., Хлыпенко Л. А., Бакова Н. Н., Машанов В. И. Аннотированный каталог видов и сортов эфиромасличных, пряно-ароматических и пищевых растений коллекции Никитского ботанического сада. Том 48. Ялта: НБС-ННЦ; 2007. 287 с.
29. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Часть 1. М.: Гриф и К; 2012. 944 с.
30. Файзуллина Л. Х., Карамышева Л. Ш., Якупова Л. Р., Мигранов А. Р., Сафиуллин Р. Л., Валеев Ф. А., Валиуллина З. А., Самородов А. В. Синтез и оценка антиоксидантной, антикоагуляционной и антиагрегационной активности аддуктов левоглюкозенона, содержащих метилзамещенные фенильные фрагменты. *Химико-фармацевтический журнал*. 2024;58(6):48–53. <https://doi.org/10.30906/0023-1134-2024-58-6-48-53>
31. Мачнева И. А. Синергизм фитохимических веществ растительной пищевой матрицы: механизмы, функциональность. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2025;93(3):127–142. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2025-2-92-127-142>
32. Mishra A. K., Singh R., Rawat H., Kumar V., Jagtap C., Jain A. The influence of food matrix on the stability and bioavailability of phytochemicals: A comprehensive review. *Food and Humanity*. 2024;2:100202. <https://doi.org/10.1016/j.fooHum.2023.12.010>
33. Bin Sayeed M. S., Karim S. M. R., Sharmin T., Morshed M. M. Critical Analysis on Characterization, Systemic Effect, and Therapeutic Potential of Beta-Sitosterol: A Plant-Derived Orphan Phytosterol. *Medicines*. 2016;3(4):29. <https://doi.org/10.3390/medicines3040029>

REFERENCES

1. Konovalov D. A., Bakova E. Yu., Bakova N. N. *Myrtus communis* leaves: chemical composition, pharmacological properties, prospects for use. Kazan: Buk; 2025. 92 p. (In Russ.)
2. Adham A. M., Sabah S. Sh., Mahmoud M. R., Fahel O. F. Analysis of Genetic Diversity of Myrtle (*Myrtus Communis* L.) by Using SSR Technique. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;1:012011. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/923/1/012011>
3. Mir M. A. *Myrtus communis* leaves: source of bio-actives, traditional use, their biological properties, and prospects. *Boletin Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas*. 2024;23(4):487–515. <https://doi.org/10.37360/blacpma.24.23.4.33>
4. Bakova E. Yu., Bakova N. N., Pozdnyakov D. I., Konovalov D. A., Orobinskaya V. N. Antioxidant properties and toxicity of aqueous extract and common myrtle syrup. *Modern Science and Innovations*. 2022;40(4):108–115. (In Russ.) <https://doi.org/10.37493/2307-910X.2022.4.11>

5. Al-Maharik N., Jaradat N., Al-Hajj N., Jaber S. *Myrtus communis* L.: essential oil chemical composition, total phenols and flavonoids contents, antimicrobial, antioxidant, anti-cancer, and α -amylase inhibitory activity. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 2023;10:41. <https://doi.org/10.1186/s40538-023-00417-4>
6. Al-Snafi A. E., Teibo J. O., Shaheen H. M., Akinfe O. A., Teibo T. K. A., Emieseimokumo N., Elfiky M. M., Al-Kuraisy H. M., Al-Garbeeb A. I., Alexiou A., Papadakis M., Mahana H. A. M., Younes A. M., Elbanna O. A., Qasem A. A. R., Shahin I. Y. I., Batiha G. E.-S. The therapeutic value of *Myrtus communis* L.: an updated review. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*. 2024;397:4579–4600. <https://doi.org/10.1007/s00210-024-02958-3>
7. Atiyah A. J., Mahmood S. J., Atiyah A. J. Effect of oral administration of *Myrtus communis* extract on reducing the negative impacts of feed contaminated with mycotoxins on productive performance and some blood characteristics in local male rabbits. *Open Veterinary Journal*. 2025;15(3):1217–1225. <https://doi.org/10.5455/OVJ.2025.v15.i3.13>
8. Barboucha G., Rahim N., Bramki A., Boulebd H., Andolfi A., Boulacheb K., Boulacel A., Salvatore M. M., Masi M. Comprehensive in vitro and in silico Analysis of Antimicrobial and Insecticidal Properties of Essential Oil of *Myrtus communis* L. from Algeria. *International Journal of Molecular Sciences*. 2025;26(10):4754. <https://doi.org/10.3390/ijms26104754>
9. Ertik O., Kadioğlu-Yaman B., Şen A., Şener G., Yanardag R. The protective effects of *Myrtus communis* subsp. on ovariectomized diabetic rats' renal and intestinal tissues: in vivo and in silico approaches. *Archives of Physiology and Biochemistry*. 2025;131(2):210–226. <https://doi.org/10.1080/13813455.2024.2406895>
10. Li D.-Y., Donadu M. G., Shue T., Dangas G., Athanasiadis A., Lan S., Wen X., Battah B., Zanetti S., Mazzarello V., Sarafianos S. G., Ferrari M., Michailidis E. *Myrtus communis* L. Essential Oil Exhibits Antiviral Activity against Coronaviruses. *Pharmaceuticals*. 2024;17(9):1189. <https://doi.org/10.3390/ph17091189>
11. Yang H., Li J., Wang B.-L., Yang X.-Y., Zhang Y. Discovery, synthesis, and antibacterial activity of novel myrtucommulone analogs as inhibitors of DNA gyrase and topoisomerase IV. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 2025;283:117138. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2024.117138>
12. Al-Najjar B. O., Elshibani F., Sharkasi M. A., Shintiri N. E., Naili E. E., Abdulsayid M., Abozayed R. S., Mohammed H. A. Phytochemical analysis, bioactivity, and molecular docking studies of *Myrtus communis* L. seeds and fruit peel extracts demonstrating antioxidant and anti-tyrosinase properties. *Scientific Reports*. 2025;15(1):5634. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-89401-6>
13. Bakova E. Yu., Melikov F. M., Kononov D. A., Bobkova N. V. The anatomical and morphological characteristics of the leaves of common myrtle (*Myrtus communis*) growing under the conditions of the Southern Coast of the Crimea. *Farmatsiya*. 2021;70(2):29–35. (In Russ.) <https://doi.org/10.29296/25419218-2021-02-05>
14. Ebrahimi F., Mahmoudi J., Torbati M., Karimi P., Valizadeh H. Hemostatic activity of aqueous extract of *Myrtus communis* L. leaf in topical formulation: In vivo and in vitro evaluations. *Journal of Ethnopharmacology*. 2020;249:112398. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112398>
15. Maslova V. D., Kurkin V. A., Ryazanova T. K. Comparative qualitative and quantitative analysis of common myrtle and eucalyptus twiggy essential oils. *Farmatsiya*. 2025;(1):22–29. (In Russ.) <https://doi.org/10.29296/25419218-2025-01-03>
16. Mammadova I. O., Mammadov T. S. Composition of essential oils from the leaves of *Myrtus communis* L. in the east of Azerbaijan. *Hortus Botanicus*. 2022;17:204–215. (In Russ.) <https://doi.org/10.15393/j4.art.2022.8467>
17. Cheryatova Yu. S. Features of the structure and formation of essential oil containers of *Myrtus communis* L. *Diversity of plant world*. 2023;2(7):5–11. (In Russ.) <https://doi.org/10.22281/2686-9713-2023-2-5-11>
18. Melito S., La Bella S., Martinelli F., Cammalleri I., Tutto-lomondo T., Leto C., Fadda A., Molinu M. G., Mulas M. Morphological, chemical, and genetic diversity of wild myrtle (*Myrtus communis* L.) populations in Sicily. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2016;40(2):240–261. <https://doi.org/10.3906/tar-1505-118>
19. Tuberoso C. I. G., Barra A., Angioni A., Sarritzu E., Pirisi F. M. Chemical composition of volatiles in Sardinian myrtle (*Myrtus communis* L.) alcoholic extracts and essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2006;54(4):1420–1426. <https://doi.org/10.1021/jf052425g>
20. Yarahmadi R., Mumivand H., Ehtesham Nia A., Raji M. R., Argento S. Natural Diversity in Total Phenol, Flavonoids, Antioxidant Properties, and Essential Oil Composition of Iranian Populations of *Myrtus communis* L. *Plants*. 2024;13(24):3458. <https://doi.org/10.3390/plants13243458>
21. Bouzabata A., Castola V., Bighelli A., Abed L., Casanova J., Tomi F. Chemical variability of Algerian *Myrtus communis* L. *Chemistry & Biodiversity*. 2013;10(1):129–137. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201200150>
22. Zayani R., BenSalem E., Khouja M., Bouhjar A., Boussaid M., Messaoud C. Optimization of Tunisian *Myrtus communis* L. Essential Oil Extraction by Complete Factorial Experimental Design. *Metabolites*. 2025;15(6):369. <https://doi.org/10.3390/metabo15060369>
23. Bakova E. Y., Paliy A. E., Bakova N. N., Fedotova I. A. The features of the component composition of *Myrtus communis* L. essential oil, grown under the conditions of the southern coast of the Crimea. *Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry*. 2018;(11):30–35. (In Russ.) <https://doi.org/10.29296/25877313-2018-11-04>
24. Gogoi D., Pal A., Chattopadhyay P., Paul S., Deka R. C., Mukherjee A. K. First Report of Plant-Derived β -Sitosterol with Antithrombotic, in Vivo Anticoagulant, and Thrombus-Preventing Activities in a Mouse Model. *Journal of Natural Products*. 2018;81(11):2521–2530. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.8b00574>
25. Alatawi K. A., Ravishankar D., Patra P. H., Bye A. P., Stainer A. R., Patel K., Wiedera D., Vaiyapuri S. 1,8-Cineole Affects Agonists-Induced Platelet Activation, Thrombus Formation and Haemostasis. *Cells*. 2021;10(10):2616. <https://doi.org/10.3390/cells10102616>

26. Tashmenov R.S., Toxanbayeva Zh.S., Janpaizova V.M., Ashirbekova G.Sh., Kaipova Zh.N. Extraction of phytin from rice-grain processing byproducts. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2020;54(1):61–63. <https://doi.org/10.1007/s11094-020-02156-4>
27. Babeshina L. G., Krivenkova O. V., Tantsura N. V., Spiridonova A. A., Volkova A. I., Baichorova D. A. Degree of grinding of medicinal plant materials as a factor affecting the extraction, stability, and availability of biologically active substances in multicomponent compositions. *Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry*. 2026;29(5):152–160. (In Russ.) <https://doi.org/10.29296/25877313-2026-05-16>
28. Rabotyagov V. D., Khlypenko L. A., Bakova N. N., Mashanov V. I. An annotated catalog of species and varieties of essential oils, aromatic spices and food plants from the collection of the Nikitsky Botanical Garden. Volume 48. Yalta: NBS-NSC; 2007. 287 p. (In Russ.)
29. Guidelines for preclinical studies of drugs. Part 1. Moscow: Grif i K; 2012. 944 p. (In Russ.)
30. Faizullina L. Kh., Karamisheva L. Sh., Yakupova L. R., Migranov A. R., Safiullin R. L., Valeev F. A., Valiullina Z. A., Samorodov A. V. Synthesis and evaluation of anti-oxidant, anticoagulant and antiplatelet activity of levoglucosenone adducts containing methyl substituted of phenyl fragments. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2024;58(6):48–53. (In Russ.) <https://doi.org/10.30906/0023-1134-2024-58-6-48-53>
31. Machneva I. A. Synergism of phytochemicals of the plant food matrix: mechanisms, functionality. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2025;93(3):127–142. (In Russ.) <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2025-2-92-127-142>
32. Mishra A. K., Singh R., Rawat H., Kumar V., Jagtap C., Jain A. The influence of food matrix on the stability and bioavailability of phytochemicals: A comprehensive review. *Food and Humanity*. 2024;2:100202. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.12.010>
33. Bin Sayeed M. S., Karim S. M. R., Sharmin T., Morshed M. M. Critical Analysis on Characterization, Systemic Effect, and Therapeutic Potential of Beta-Sitosterol: A Plant-Derived Orphan Phytosterol. *Medicines*. 2016;3(4):29. <https://doi.org/10.3390/medicines3040029>