

МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИСТЬЕВ МИРТА ОБЫКНОВЕННОГО (*MYRTUS COMMUNIS* L.)

В.Д. Маслова, Е.Р. Державина, В.А. Куркин, В.М. Рыжов

ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России (Самара, Российская Федерация)

Для цитирования: Маслова В.Д., Державина Е.Р., Куркин В.А., Рыжов В.М. Морфолого-анатомическое исследование листьев мирта обыкновенного (*Myrtus Communis* L.). *Аспирантский вестник Поволжья*. 2024;24(2):93-101. DOI: <https://doi.org/10.35693/AVP636473>

■ Сведения об авторах

Маслова В.Д. – аспирант кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3288-6346> E-mail: vera_maslova@mail.ru

Державина Е.Р. – аспирант кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6147-8043> E-mail: e.r.derzhavina@mail.ru

Куркин В.А. – д-р фарм. наук, профессор, заведующий кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7513-9352> E-mail: v.a.kurkin@samsmu.ru

Рыжов В.М. – канд. фарм. наук, доцент кафедры фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8399-9328> E-mail: v.m.ryzhov@samsmu.ru

■ Аннотация

Цель – проведение микроскопического анализа черешков листа мирта обыкновенного и выявление диагностических особенностей люминесценции доминирующих биологически активных веществ и тканей черешка листьев данного вида растения.

Материал и методы. Объектами исследования служили листья мирта обыкновенного (г. Ялта, Россия), листья мирта обыкновенного (г. Уэ-Риу, Алжир), листья эвкалипта (Абхазия), стандартные образцы 1,8-цинеол (СамГМУ), эвумаль-1 (г. Москва) и мирицитрин (СамГМУ). Из листьев растительных образцов было получено эфирное масло.

Анатомо-гистологическое исследование субстанций и растительного сырья мирта обыкновенного проводили с помощью световых микроскопов с цифровой насадкой в проходящем и отраженном свете и люминесцентного микроскопа.

Результаты. Предварительный морфологический анализ растительного сырья показал сходство листьев мирта обыкновенного разных мест произрастания и невысокую вариабельность внутри каждого образца с учетом их размеров и формы. Было проведено сравнительное исследование люминесценции эфирных масел мирта и эвкалипта и исследуемых стандартных образцов. Проведена и описана микроскопия поперечного среза, эпидермы, схизогенных и эфиромасличных вместилищ, чечевичек, сосудов ксилемы черешка листа мирта. Сделаны выводы о том, что люминесцентный метод анализа позволяет диагностировать эфирное масло мирта и эвкалипта по особенностям свечения в ультрафиолетовой лампе; 1,8-цинеол не является диагностическим элементом в морфолого-анатомической люминесценции для мирта обыкновенного разных мест произрастания и примесных видов к мирту; эвумаль-1 и мирицитрин обладают диагностически значимой люминесценцией для идентификации листьев мирта обыкновенного; выявленная особенность пигментации эпителия схизогенного вместилища листа мирта обыкновенного и характеристика его люминесценции могут быть использованы в качестве диагностической особенности в отличие от примесного сырья эвкалипта.

Заключение. Полученные в ходе исследования результаты в дальнейшем могут быть использованы при разработке нормативной документации на новый вид лекарственного растительного сырья – «Мирта обыкновенного листа», а также в фундаментальной ботанике при изучении видов семейства *Myrtaceae*.

■ **Ключевые слова:** мирт обыкновенный; *Myrtus communis* L.; эвкалипт; *Eucalyptus viminalis* L.; листья; люминесцентная микроскопия; морфолого-анатомический анализ; диагностические особенности.

■ **Конфликт интересов:** не заявлен.

Получено: 25.09.2024

Одобрено: 17.10.2024

Опубликовано: 13.11.2024

MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL STUDY OF LEAVES OF COMMON MYRTLE (*MYRTUS COMMUNIS* L.)

Vera D. Maslova, Elena R. Derzhavina, Vladimir A. Kurkin, Vitalii M. Ryzhov

Samara State Medical University (Samara, Russian Federation)

Citation: Maslova VD, Derzhavina ER, Kurkin VA, Ryzhov VM. Morphological and anatomical study of leaves of common myrtle (*Myrtus Communis* L.). *Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya*. 2024;24(2):93-101. DOI: <https://doi.org/10.35693/AVP636473>

■ Information about authors

Vera D. Maslova – postgraduate student of the Department of Pharmacognosy with Botany and Phytotherapy Basics.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3288-6346> E-mail: vera_maslova@mail.ru

Elena R. Derzhavina – postgraduate student of the Department of Pharmacognosy with Botany and Phytotherapy Basics.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6147-8043> E-mail: e.r.derzhavina@mail.ru

Vladimir A. Kurkin – PhD, Professor, Head of the Department of Pharmacognosy with Botany and Phytotherapy Basics.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7513-9352> E-mail: v.a.kurkin@samsmu.ru

Vitalii M. Ryzhov – PhD, Associate professor at the Department of Pharmacognosy with Botany and Phytotherapy Basics.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8399-9328> E-mail: v.m.ryzhov@samsmu.ru

Abstract

Aim – to carry out microscopic analysis of leaf petioles of common myrtle and to identify diagnostic features of luminescence of dominant biologically active substances and tissues of leaf petioles of this plant species.

Material and methods. Leaves of common myrtle (Yalta, Russia), leaves of common myrtle (Oued-Rhiou, Algeria), leaves of eucalyptus (Abkhazia), standard samples of 1,8-cineole (SamSMU), euvimal-1 (VILAR, Moscow) and myricitrin (SamSMU) were objects of research. Essential oil was obtained from the leaves of the plant samples.

Anatomical and histological study of substances and plant raw materials of common myrtle was carried out using light microscopes with a digital attachment in transmitted and reflected light, and a luminescent microscope.

Results. Preliminary morphological analysis of the plant material showed similarity of leaves of common myrtle from different localities and low variability within each sample with respect to their size and shape. A comparative study of the luminescence of myrtle and eucalyptus essential oils and the studied standard samples was carried out. Microscopy of cross section, epidermis, schizogenic and essential oil receptacles, lenticels, xylem vessels of myrtle leaf petiole was performed and described.

The following conclusions were made: the luminescent method of analysis allows diagnosing myrtle and eucalyptus essential oil by features of luminescence in the ultraviolet lamp; 1,8-cineole is not a diagnostic element in morphological and anatomical luminescence for common myrtle of different growing sites and admixed species to myrtle; euvimal-1 and myricitrin have diagnostically significant luminescence for identification of common myrtle leaves; the identified feature of pigmentation of the epithelium of the schizogenic leaf receptacle of common myrtle and characterization of its luminescence can be used as a diagnostic feature in contrast to the admixed raw material of eucalyptus.

Conclusion. The results obtained in the course of the study can be further used in the development of regulatory documentation for a new type of medicinal plant raw material – “Common myrtle leaves”, as well as in fundamental botany in the study of species of the family Myrtaceae.

Keywords: myrtle; *Myrtus communis* L.; eucalyptus; *Eucalyptus viminalis* L.; leaves; luminescent microscopy; morphological and anatomical analysis; diagnostic features.

Conflict of interest: nothing to disclose.

Received: 25.09.2024

Accepted: 17.10.2024

Published: 13.11.2024

ВВЕДЕНИЕ

Мирт обыкновенный (*Myrtus communis* L.) – вечно-зеленый, многолетний кустарник либо невысокое дерево до 4 м в высоту из семейства миртовых – *Myrtaceae* (рисунок 1)¹. Листья мирта обыкновенного простые, супротивные, без прилистников, короткочерешковые с яйцевидной или, реже, ланцетной листовой пластинкой (рисунок 2). Листовая пластинка цельнокрайняя, заостренная к верхушке, у основания широко клиновидная или почти округлая, плотная и ароматная. Поверхность листьев мирта кожистая, голая, блестящая, покрытая многочисленными железками. Сверху листья окрашены темно-зеленым цветом, снизу светлее. Жилкование листовой пластинки перистое, сверху малозаметное, снизу с выпуклыми жилками. Черешок листа мирта обыкновенного очень короткий, от 2 до 3 мм в длину. Размеры листьев мирта варьируют от 2 до 5 см в длину и от 1 до 2,5 см в ширину [1–6].

Мирт обыкновенный встречается на побережьях Португалии, южной Франции, Испании, южной Турции, южной Италии и в других субтропических регионах, таких как Греция, Израиль, Ливан, Иран, Ливия, Марокко, Алжир и Тунис [2, 4, 6, 7]. На территории Российской Федерации мирт обыкновенный введен в культуру как эфиромасличное и декоративное растение еще в 1815 году в Никитском ботаническом саду (г. Ялта, Республика Крым) и на Черноморском побережье Кавказа с 60-х годов XIX века. В настоящее время мирт обыкновенный произрастает и культивируется на территории России



Рисунок 1. Морфология мирта обыкновенного (*Myrtus communis* L.).

Figure 1. Morphology of common myrtle (*Myrtus communis* L.).

в парках и садах на территории Краснодарского края, Черноморского побережья Кавказа и в южном Крыму в наиболее теплых местах, таких как Алушка, Кастрополь, Мшатка, Форос [2, 3].

К основным терапевтическим эффектам мирта обыкновенного относят антиоксидантное, антимикробное, противовирусное, нейропротективное, противовоспалительное [8–10]. Листья мирта обладают большей антиоксидантной

¹ Oxford Plants 400. 2021, Oxford University, United Kingdom. URL: <https://herbaria.plants.ox.ac.uk/bol/plants400/Profiles/MN/Myrtus>

активностью, чем другие части растения, поскольку в них содержится больше фенольных соединений [11]. Также было обнаружено, что фенольная фракция листьев мирта богата дубильными веществами и флавоноидами, что обуславливает выраженное противомикробное и противовоспалительное действие данного растения [12].

В настоящее время в Российской Федерации мирт не имеет фармакопейного статуса¹, однако лечебные свойства и ценность биологически активных соединений (БАС) в листьях мирта обыкновенного побуждают ученых к активному исследованию возможностей применения листьев данного вида в медицинской практике. Биологически активные соединения (БАС), содержащиеся в сырье листьев мирта обыкновенного, представлены, как правило, терпеноидами (α -пинен, 1,8-цинеол, миртенилацетат, миртенол, геранилацетат, линалоол, лимонен и др.) [13, 14] и композицией нелетучих метаболитов, таких как полифенольные соединения, включая флавоноиды (мирицитрин, мирицетин, кверцетин), миртокоммулоны (производные флюороглицина) и другие [15–17]. Доминирующим флавоноидом в листьях мирта обыкновенного является мирицитрин (3-O- α -L-рамнопиранозид мирицетина) [18].

Одним из важных аспектов стандартизации лекарственного растительного сырья, согласно ОФС.1.5.1.0003 «Листья»² ГФ РФ XV издания, является изучение петioлярных признаков. Для данного растения петioлярные признаки ранее изучались и описывались [6, 7, 19–20], однако в данных исследованиях для подтверждения подлинности сырья не были изучены особенности люминесценции тканей черешка мирта обыкновенного, позволяющие усилить фактор химической специфичности растительного объекта.

ЦЕЛЬ

Проведение микроскопического анализа черешков листа мирта обыкновенного и выявление диагностических особенностей люминесценции доминирующих биологически активных соединений (БАС) и тканей черешков листьев данного вида растения.

Настоящим исследованием были поставлены задачи:

- 1) анализ и обобщение литературных данных о морфологии и анатомии черешков листьев мирта обыкновенного;
- 2) анализ и сравнение люминесценции тканей листа мирта обыкновенного, образцов эфирных масел мирта и возможного примесного вида – эвкалипта, а также веществ, входящих в химический состав мирта, в частности, мирицитрина (доминирующий флавоноид в листьях мирта обыкновенного), 1,8-цинеола (основной компонент эфирного масла эвкалипта) и представителя флюороглицинов – эувимала-1, который является компонентом листьев эвкалипта;
- 3) выявление возможности дополнительной диагностики признаков видовой специфичности мирта обыкновенного на основе особенностей люминесценции его тканей и биологически активных веществ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили:

- 1) листья мирта обыкновенного, заготовленные и высушенные в условиях Южного берега Крыма в Никитском ботаническом саду (г. Ялта, Россия) в июле 2022 года;
- 2) листья мирта обыкновенного, заготовленные и высушенные в провинции Релизана (г. Уэ-Риу, Алжир) в июле 2023 года;
- 3) листья эвкалипта, заготовленные и высушенные в июле 2023 года в Абхазии;
- 4) стандартный образец 1,8-цинеол, полученный на базе НОЦ «Фармация» Самарского государственного медицинского университета (СамГМУ);
- 5) стандартный образец эувимала-1 производства ВИЛАР (г. Москва);
- 6) стандартный образец мирицитрин, полученный на базе НОЦ «Фармация» Самарского государственного медицинского университета (СамГМУ).

Видовую специфичность листьев мирта обыкновенного и листьев эвкалипта подтверждали при помощи определителей [3, 21–23], по гербарным образцам гербарного фонда Никитского ботанического сада, заготовленным в Никитском ботаническом саду – Национальном научном центре РАН³.

Из объектов исследования листьев мирта обыкновенного, заготовленных в разных местах произрастания (г. Ялта, Крым, Россия; г. Уэ-Риу, Релизана, Алжир), и эвкалипта были получены эфирные масла по методике 2 (метод Клевенджера) ОФС. 1.5.3.0010 РФ XV издания⁴ в августе 2024 года на базе НОЦ «Фармация» СамГМУ. Согласно литературным данным, состав эфирного масла эвкалипта схож с миртом, ввиду чего мы взяли образец эвкалипта в качестве образца как примесь, так как эвкалипт и его производные могут являться примесью к мирту.

Все используемые стандартные образцы имеют химическую чистоту не менее 95%, подтвержденную ВЭЖХ на базе НОЦ «Фармация» СамГМУ.

Так как 1,8-цинеол (рисунок 3.2D) является одним из основных компонентов эфирного масла мирта обыкновенного, наряду с миртенилацетатом, миртенолом, α -пиненом и линалоолом, в зависимости от его ареала произрастания, он использовался нами в качестве стандартного образца [14, 15, 24].

Эувимала-1 (рисунок 3.4D) является представителем группы зуглобали, или фенолоальдегидов терпеноидов, которые относятся к группе флюороглицинов и обладают высокой антимикробной активностью, сопоставимой с таковой некоторых антибиотиков [25, 26]. Данное вещество является второй группой БАС, содержащейся в листьях эвкалипта. В этой связи в плане диагностики растительного сырья мирта обыкновенного представляют интерес миртокоммулоны, которые, как и эувимала-1, также относятся к группе флюороглицина и обладают высокой антимикробной активностью [27].

¹ URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/>

² URL: https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-5/1-5-2/listya/?sphrase_id=433522

³ URL: <https://nikitasad.ru/science/gerbarij-nikitskogo-botanicheskogo-sada/>

⁴ URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-5/1-5-1/opredelenie-soderzhaniya-efirnogo-masla-v-lekarstvennom-rastitelnom-syre-i-lekarstvennykh-sredstvakh/>



Рисунок 2. Объект исследования: высушенные листья мирта обыкновенного, Никитский ботанический сад, г. Ялта, Республика Крым, Российская Федерация.

Figure 2. Object of study: dried leaves of common myrtle, Nikitsky Botanical Garden, Yalta, Republic of Crimea, Russian Federation.

Мирицитрин, как доминирующий флавоноид в листьях мирта обыкновенного [28], также был включен в объект исследования, так как представляет научный интерес в возможности идентификации растительного сырья посредством люминесцентного анализа.

Анатомо-гистологическое исследование субстанций и растительного сырья мирта обыкновенного проводили с помощью световых микроскопов с цифровой насадкой в проходящем и отраженном свете (Zeiss Primo Star и Motic DM-39C-N9GO) и люминесцентного микроскопа (Альтама ЛЮМ-2, светофильтры - 420-550 нм и 330-400 нм) с источником света – высоковольтной ртутной лампой (НВО 100Вт).

Люминесцентный метод микроскопии включен в статью Государственной фармакопеи XV издания «Микроскопический и микрохимический анализ лекарственных растительного сырья и лекарственных средств растительного происхождения» (ОФС.1.5.3.0003). Преимуществом метода является возможность его применения для изучения сухого исследуемого образца, из которого готовят толстые срезы или микропрепараты порошка.

Пробоподготовка сырья и микропрепаратов осуществлялась согласно ОФС.1.5.3.0003 ГФ РФ XV издания. Для обеспечения гистохимических реакций использовали реактив: 10%-й раствор анилина серноуксислого, который регламентирован соответствующим ГОСТом.

Цвета наблюдаемых компонентов микропрепаратов и их свечения определялись субъективно, а также с помощью стандартной шкалы Web-цветов библиотеки цветности Pantone+Solid Coated по классификации цветов Pantone Matching System (PMS).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам исследования растительного сырья мирта обыкновенного были подтверждены внешние признаки цельных листьев мирта обыкновенного, к характерным особенностям которых можно отнести форму, размер листьев, характерные вкус и запах сырья.

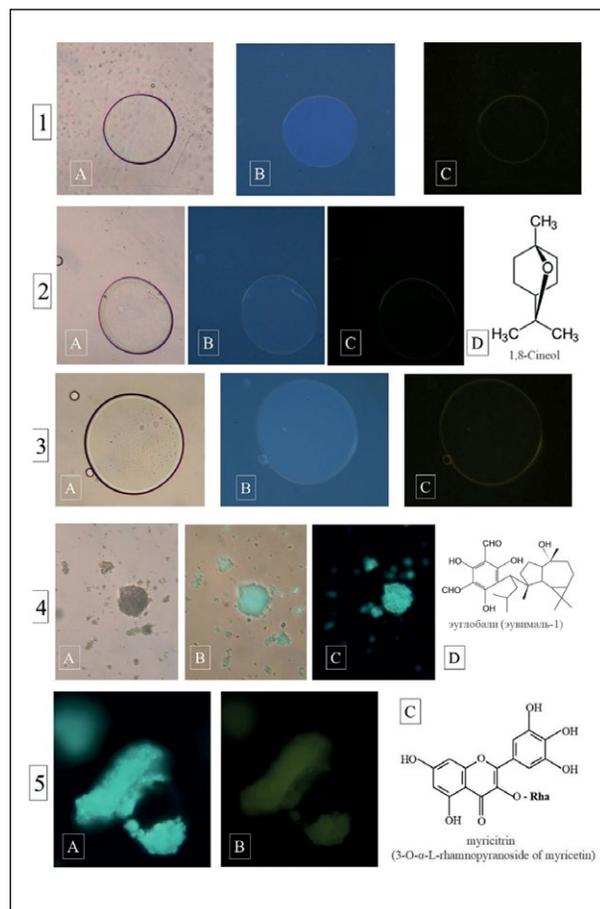


Рисунок 3. Сравнительное исследование люминесценции объектов: 1 – эфирное масло мирта (А – видимый свет, В – облучение при $\lambda=360$ нм, С – облучение при $\lambda=420$ нм); 2 – 1,8-цинеол (А – видимый свет, В – облучение при $\lambda=360$ нм, С – облучение при $\lambda=420$ нм, D – структурная формула 1,8-цинеола); 3 – эфирное масло эвкалипта (А – видимый свет, В – облучение при $\lambda=360$ нм, С – облучение при $\lambda=420$ нм); 4 – эуглобали (эувималь-1) суспензия (А – видимый свет, В – облучение при $\lambda=360$ нм на белом фоне, С – облучение при $\lambda=360$ нм на темном фоне, D – структурная формула эувималь-1); 5 – мирицитрин суспензия (А – облучение при $\lambda=360$ нм, В – облучение при $\lambda=420$ нм, С – структурная формула мирицитрина).

Figure 3. Comparative study of objects luminescence: 1 – myrtle essential oil (A – visible light, B – irradiation at $\lambda=360$ nm, C – irradiation at $\lambda=420$ nm); 2 – 1,8-cineol (A – visible light, B – irradiation at $\lambda=360$ nm, C – irradiation at $\lambda=420$ nm, D – structural formula of 1,8-cineol); 3 – eucalyptus essential oil (A – visible light, B – irradiation at $\lambda=360$ nm, C – irradiation at $\lambda=420$ nm); 4 – euglobalis (euvimal-1) suspension (A – visible light, B – irradiation at $\lambda=360$ nm on white background, C – irradiation at $\lambda=360$ nm on dark background, D – structural formula of euvimal-1); 5 – myricitrin suspension (A – irradiation at $\lambda=360$ nm, B – irradiation at $\lambda=420$ nm, C – structural formula of myricitrin).

Предварительный морфологический анализ растительного сырья показал сходство листьев мирта обыкновенного разных мест произрастания и невысокую вариабельность внутри каждого образца с учетом их размеров и формы. В частности, вариабельность размеров листьев мирта образца из Никитского ботанического сада по длине от 1,5 до 3,4 см, по ширине от 1,4 до 1,9 см с, как правило, ланцетной формой листовой пластинки (рисунок 2).

Микроскопическое исследование проводили только на образцах листьев мирта обыкновенного из Никитского ботанического сада.

В результате исследований микропрепаратов из сырья мирта обыкновенного были выявлены и подтверждены ранее описанные особенности диагностических морфолого-анатомических признаков цельных листьев мирта обыкновенного, такие как дорсовентральное строение листовой пластинки, наличие устьиц аномоцитного типа только на абаксиальной стороне, вместилища с эфирным маслом, друзы и призматические кристаллы оксалата кальция [4, 19, 20]. Также были изучены особенности поперечных сечений базальной и медиальной частей листовых черешков. Так как лист мирта обыкновенного короткочерешковый, апикальная часть черешка нами не исследовалась.

Анализ люминесценции образцов эфирных масел мирта и эвкалипта из семейства *Myrtaceae* (рисунки 3.1, 3.3) и терпеновых компонентов, в частности, 1,8-цинеола (рисунок 3.2D), эувималея-1 (рисунок 3.4D), велся по принципу микрокопирования каплей эмульсия-в-воде. Анализ показал, что капли эмульсии эфирных масел имеют незначительное свечение при одинаковых характеристиках используемых осветителей. При этом отмечено отличие характеристики свечения капли эфирного масла мирта от капли эфирного масла эвкалипта при длине волны 360 нм, в частности, у мирта свечение сине-голубого цвета (рисунок 3.1B). Капли эмульсии эфирных масел в воде при освещении УФ-спектром при длине волны 360 нм светятся слабо, однако заметно отличие в характеристиках цветности люминесценции эфирных масел мирта и эвкалипта, в частности, у мирта оттенок люминесценции имеет синий или сине-голубой цвет (рисунок 3.1B). При этом эфирное масло эвкалипта имеет свечение обыкновенное беловатое, светлое без голубого оттенка (рисунок 3.3B). 1,8-цинеол при длине волны 360 нм светится крайне слабо (рисунок 3.2B).

Таким образом, 1,8-цинеол не является основным компонентом, влияющим на люминесценцию эфирного масла мирта, однако видовая специфичность эфирных масел, близких по химическому составу представителей семейства *Myrtaceae*, мирта и эвкалипта, очевидно, отличается цветностью люминесценции в ультрафиолетовом освещении. Ввиду отсутствия характерного селективного люминесцентного свечения 1,8-цинеол не позволяет нам рекомендовать его к использованию как стандарт для определения видовой специфичности мирта обыкновенного. Таким образом, люминесцентное сине-голубое свечение эфирному маслу мирта обыкновенного могут придавать такие БАС, как миртенилацетат, миртенол и некоторые другие, не содержащиеся в эфирном масле эвкалипта либо не являющиеся доминирующими в данном виде растительного сырья [25, 29].

Люминесценция образцов эувималея-1 и мирицитрина при облучении светом с $\lambda = 360$ нм характеризуется схожим сине-зеленым цветом, соответствующим номерам Pantone Matching System #33cc99 и #35a195 по стандартной шкале Web-цветов библиотеки цветности Pantone+Solid Coated.

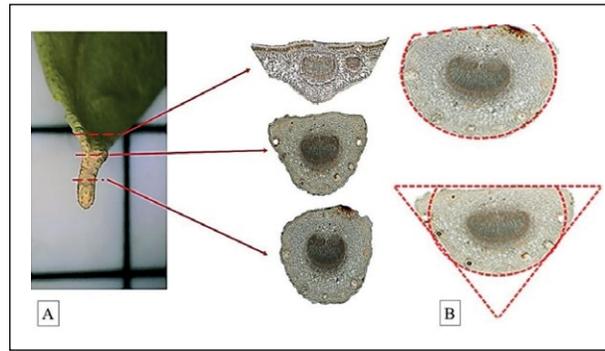


Рисунок 4. Поперечные срезы (x 100): А – топография поперечных срезов; В – форма срезов черешка.

Figure 4. Cross sections (x 100): A – cross-section topography; B – shape of the petiole sections.

При микроскопировании объекта с помощью цифрового микроскопа в проходящем и отраженном свете анализ показал, что черешок быстро переходит в листовую пластинку без каких-либо изменений в структуре. Определялись формы очертания его поперечных сечений, которые являются диагностическими для изученного вида. Изучались характерные особенности центральной жилки: степень развитости склеренхимных волокон в области флоэмной части пучка (рисунок 4A).

В базальной части поперечное сечение пучка имеет округлую форму, приплюснутую с абаксиальной стороны. В медиальной части листового черешка мирта обыкновенного (*Myrtus communis* L.) поперечный срез имеет широкоугольную форму с округлыми ребрами; причем с абаксиальной стороны черешка ребра значительно шире, чем боковые ребра (рисунок 4B).

Эпидерма черешка состоит из вытянутых продолговатых клеток с равномерно утолщенными стенками. При облучении светом с длиной волны 420 нм наблюдается ярко-желтое свечение эпидермальных клеток и клеток складчатой паренхимы, оранжевое свечение кутикулы. Облучение тканей ультрафиолетовым светом с $\lambda = 360$ нм дает ярко-фиолетовое свечение.

По периметру черешка, на поперечном срезе, наблюдаются схизогенные вместилища или смолянистые ходы, которые имеют по периферии округлые клетки эпителия. Анализ тканей при дневном свете показал, что протопласты клеток эпителия темно-бурого цвета, но при облучении светом с $\lambda = 360$ нм клеточные стенки эпителиальных клеток имеют голубое свечение, а протопласты клеток не светятся (рисунок 5C). Эфирное масло мирта обыкновенного в эфиромасличных вместилищах при облучении светом с $\lambda = 420$ нм светится ярко-желтым цветом (PMS#scff00) (рисунок 5B), а при облучении УФ-светом с $\lambda = 360$ нм – характерным сине-голубым цветом (PMS#3399cc) (рисунок 5C), который мы наблюдали при люминесценции образца эфирного масла мирта обыкновенного (рисунок 3.1B).

Облучение черешков светом с $\lambda = 420$ нм дает ярко-желтое свечение клеточных стенок складчатой паренхимы и ярко-оранжевое свечение протопластов этих клеток,

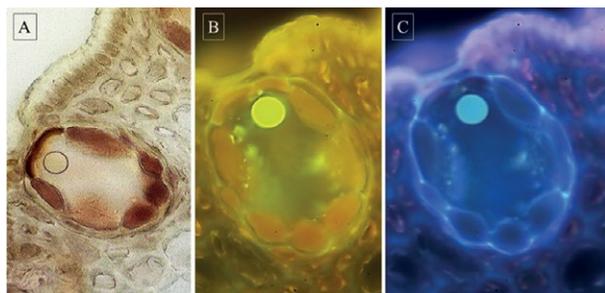


Рисунок 5. Эфиромасличныеместилища (x 100): А – видимый свет, В – облучение при $\lambda = 420$ нм, С – облучение при $\lambda = 360$ нм.

Figure 5. Essential oil receptacles (x 100): А – visible light; В – irradiation with $\lambda = 420$ nm, С – irradiation with $\lambda = 360$ nm.

что свидетельствует о каротиноидной природе пигментов в оболочках клеток (**рисунок 5В**).

При микроскопировании черешков листа мирта обыкновенного были выявлены чечевички на поверхности покровной ткани, также характерные и для листьев эвкалипта, описанные как пробковые пятна¹. Это связано, вероятно, с многолетней вегетацией листов мирта обыкновенного. Чечевички достаточно мелкие, при рассмотрении в спектре дневного света наблюдалась темно-бурая окраска вершины чечевичек (**рисунок 6А**).

Облучение показало значительную степень свечения тканей чечевички, как в ультрафиолетовом свете с $\lambda = 360$ нм (**рисунок 6В**), так и при облучении светом с $\lambda = 420$ нм (**рисунок 6С**).

После окрашивания препарата раствором 10% сернокислого анилина наблюдалось ярко-желтое окрашивание оболочек сосудов ксилемы, а при облучении ультрафиолетовым светом – ярко-зеленое, что обусловлено наличием лигнина в оболочках клеток (**рисунки 6D, 6E**). Наличие розового свечения свидетельствует о наличии флавоноидов [30], которые ранее были описаны для данного объекта [16, 31].

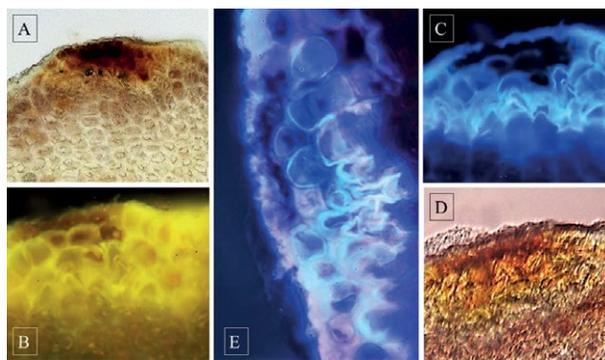


Рисунок 6. Чечевички (x 400): А – видимый свет, В – облучение при $\lambda = 420$ нм, С – облучение при $\lambda = 360$ нм; D – окраска анилином сернокислым 10%; E – облучение при $\lambda = 360$ нм после окрашивания анилином сернокислым.

Figure 6. Lentils (x 400): А – visible light; В – irradiation with $\lambda = 420$ nm, С – irradiation with $\lambda = 360$ nm, D – coloring with aniline sulfuric acid 10%; E – irradiation with $\lambda = 360$ nm after coloring with aniline sulfuric acid.

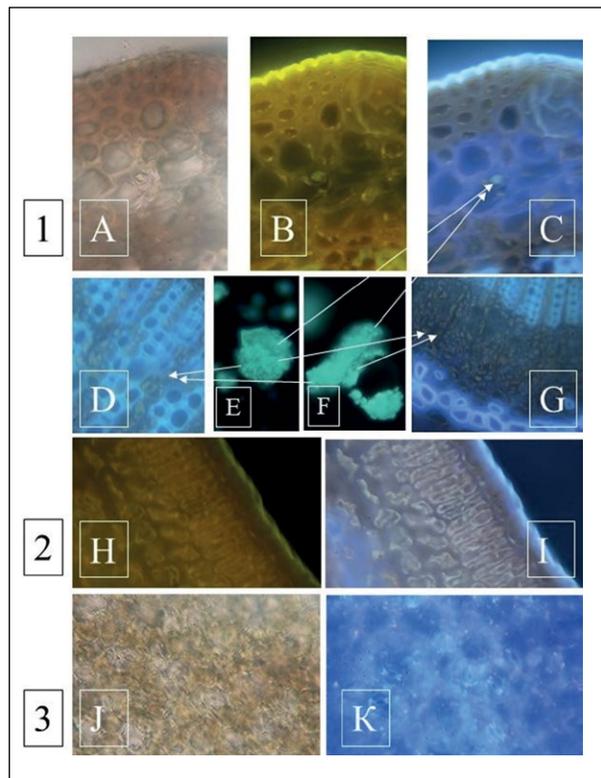


Рисунок 7. Люминесценция биологически активных соединений и тканей листьев мирта обыкновенного (x 400): 1 – поперечное сечение черешка (А – видимый свет, В – облучение при $\lambda = 420$ нм, С – облучение при $\lambda = 360$ нм); D – ксилема, облучение при $\lambda = 360$ нм; E – зуглобали (зувималь-1) суспензия, облучение при $\lambda = 360$ нм на темном фоне; F – мирицитрин суспензия, облучение при $\lambda = 360$ нм; G – флоэма, облучение при $\lambda = 360$ нм; 2 – поперечное сечение листа (H – облучение при $\lambda = 420$ нм; I – облучение при $\lambda = 360$ нм); 3 – поверхность эпидермиса (J – видимый свет; K – облучение при $\lambda = 360$ нм).

Figure 7. Luminescence of biologically active compounds and tissues of common myrtle leaves (x 400): 1 – petiole cross section (А – visible light, В – irradiation at $\lambda = 420$ nm, С – irradiation at $\lambda = 360$ nm); D – xylem, irradiation at $\lambda = 360$ nm; E – euglobalis (eu-vimal-1) suspension, irradiation at $\lambda = 360$ nm on dark background; F – myricitrin suspension, irradiation at $\lambda = 360$ nm; G – phloem, irradiation at $\lambda = 360$ nm; 2 – leaf cross section (H – irradiation at $\lambda = 420$ nm; I – irradiation at $\lambda = 360$ nm); 3 – epidermis surface (J – visible light; K – irradiation at $\lambda = 360$ nm).

Свечение кутикулы эпидермиса на поверхности черешка и листа мирта одинаковое: ярко-желтого цвета при $\lambda = 420$ нм (PMS#999933) (**рисунки 7.1B, 7.2H**) и бело-голубого цвета при $\lambda = 360$ нм (PMS#99ccff) (**рисунки 7.1C, 7.2I**), которое говорит о локализации насыщенных полимеризированных алканов и алкенов.

В ребрах черешков есть каленхимные клетки до четырех рядов (**рисунок 7.1A**). Каленхима пигментированная, бурого цвета. При этом при облучении исследуемой области светом $\lambda = 420$ нм наблюдается слабое светло-желтое свечение (**рисунок 7.1B**), а при облучении светом $\lambda = 360$ нм каленхима практически не светится (**рисунок 7.1C**). Однако в структуре ребер имеется крупноклеточная

¹ URL: https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/2/2-3/evkalipta-prutovidnogo-listya/?sphrase_id=472573

паренхима мезофилла со смятой неравномерной формой клеток, у которых имеется необычная синяя (PMS#336699) люминесценция клеточных стенок (рисунок 7.1С). Клетки живые, протопласт светится светло-желтым цветом.

Одревесневшие клеточные стенки сосудов ксилемы (рисунок 7D) и одревесневшие клеточные стенки склеренхимных волокон (рисунок 7G) светятся за счет лигниновых структур ярко-голубым цветом (PMS#6699ff). В живых клетках флоэмы (PMS#336666) (рисунок 7G) и сердцевинных лучей ксилемы (PMS#669999) (рисунок 7D) наблюдается протопласт, который имеет особенности сине-зеленого свечения, связанные, вероятнее всего, с присутствием в нем флюороглюцинов, например, эувимала-1 (PMS#33cc99) (рисунок 7E) и флавоноидов, например, мирицитрина (PMS#35a195) (рисунок 7F). Вероятнее всего схожие по сине-зеленой цветности люминесценции флюороглюцины и флавоноиды, а также их производные, содержатся в протопластах клеток сердцевинных лучей ксилемы (рисунок 7D), мягкого луба флоэмы (рисунок 7H) и в клетках мезофилла черешка (рисунок 7.1С).

На поперечном сечении листа мирта обыкновенного наблюдаются столбчатый (рисунок 7.2I) и губчатый (рисунок 7.2H) мезофилл. За свечение мезофилла листовой пластинки в большей степени ответственен хлорофилл.

При рассмотрении с поверхности на эпидермисе при $\lambda=360$ нм обнаруживаются устьичные аппараты с неоднородным ярко-голубым свечением (PMS #6699ff) клеточных стенок за счет утолщенности в месте смыкания устьичной щели и вероятной частичной лигнификации замыкающих клеток устьиц (рисунок 7.3К).

В центре черешка листа хорошо заметно люминесцентное свечение элементов ксилемы пучка проводящих тканей. Сосуды ксилемы расположены равномерно, имеют неравномерно утолщенные клеточные стенки. При облучении этого препарата ксилемы УФ-светом с $\lambda=360$ нм клеточные стенки ткани ярко светятся голубым цветом (PMS#6699ff). При облучении ксилемы светом с $\lambda=420$ нм наблюдается слабое желто-зеленое свечение и оранжевое свечение элементов флоэмной ткани пучка.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены и подтверждены ранее описанные особенности диагностических морфолого-анатомических признаков цельных листьев мирта обыкновенного (дорсоventральное строение листовой пластинки, наличие устьиц аномоцитного типа только на абаксиальной стороне, вместилища с эфирным маслом, друзы и призматические кристаллы оксалата кальция).

2. Люминесцентный метод анализа позволяет диагностировать эфирное масло мирта и эвкалипта по особенностям свечения в ультрафиолетовой лампе. Сравнение люминесценции цельных эфирных масел мирта, примесного эвкалипта и их компонентов позволило сделать вывод о возможной диагностике по люминесценции, в частности, у эфирного масла мирта люминесценция имеет сине-голубой цвет, а люминесценция эфирного масла эвкалипта

и 1,8-цинеола дает слабое беловато-светлое свечение без выраженного цвета.

3. 1,8-цинеол не является диагностическим элементом в морфолого-анатомической люминесценции для мирта обыкновенного разных мест произрастания и примесных видов к мирту, в частности, к эвкалипту, ввиду отсутствия явного свечения. 1,8-цинеол не является основным доминирующим компонентом, обладающим свечением для эфирного масла, то есть сам по себе почти не светится.

4. Эувимала-1 как особое вещество, относящееся к флюороглюцинам и содержащееся в семействе *Myrtaceae*, и мирицитрин как доминирующий флавоноид в листьях мирта являются диагностически значимыми для мирта обыкновенного и позволяют использовать их в качестве диагностики и люминесценции, так как они обладают специфичным свечением в виде сине-зеленого цвета при длине волны 360 нм, локализованного в основном в протопластах клеток ксилемной паренхимы, мезофилла черешка и флоэмы.

5. Выявленная особенность пигментации эпителия схизогенного вместилища листа мирта обыкновенного и характеристика его люминесценции являются видовой специфичностью для мирта и могут быть использованы в качестве диагностической особенности в отличие от примесного сырья эвкалипта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, нами проведен микроскопический анализ черешков листа мирта обыкновенного и выявлены диагностические особенности люминесценции доминирующих биологически активных веществ и тканей черешков листьев данного вида растения. Были проанализированы и обобщены морфология и анатомия черешков листьев мирта обыкновенного, свечения их тканей и выявлены дополнительные диагностические признаки данного растительного объекта, среди которых наиболее ценными для стандартизации лекарственного растительного сырья, с нашей точки зрения, являются особая форма черешков листьев, резко переходящих в листовую пластинку, по периметру черешков характерная структура эфиромасличных вместилищ со специфичным сине-голубым свечением эфирного масла мирта обыкновенного при ультрафиолетовом облучении с $\lambda=360$ нм, чечевички на поверхности эпидермы.

Очевидно, люминесцентный метод микроскопии обладает определенными преимуществами, а именно, позволяет обнаружить локализацию действующих веществ в листьях мирта обыкновенного благодаря их характерному свечению. Данный метод ранее не применялся для качественного анализа тканей листьев мирта обыкновенного (*Myrtus communis* L.).

Полученные в ходе исследования результаты в дальнейшем могут быть использованы при разработке раздела проекта фармакопейной статьи «Микроскопические признаки» и другой нормативной документации на новый вид лекарственного растительного сырья – «Мирта обыкновенного листа», а также в фундаментальной ботанике при изучении видов семейства *Myrtaceae*.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Belodubrovskaya GA Encyclopedic dictionary of medicinal plants and products of animal origin. Eds. G.P. Yakovlev, K.F. Blinova. SPb., 1999. (In Russ.). [Белодубровская Г.А. Энциклопедический словарь лекарственных растений и продуктов животного происхождения. Под ред. Г.П. Яковлева и К.Ф. Блиновой. СПб., 1999].
2. Sokolov SYa. *Trees and shrubs of the USSR: Wild, cultivated and promising for introduction*. Vol. 1: Holoceeds. 1965:14-15. (In Russ.). [Соколов С.Я. Деревья и кустарники СССР: Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. Т. 1: Голосеменные. 1965:14-15].
3. Shishkin BK, Bobrov EG. *Flora of the USSR*. Vol. 15. M., 1949. (In Russ.). [Шишкин Б.К., Бобров Е.Г. *Флора СССР*. Т. 15. М., 1949].
4. Bakova EYu, Melikov FM, Kononov DA, et al. Anatomico-morphological characterization of leaves of common myrtle growing in the conditions of the southern coast of Crimea. *Pharmacia*. 2021;2:70:29-35. [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;2:29-35]. DOI: <https://doi.org/10.29296/25419218-2021-02-05>
5. Dessena L, Sale L, Melito S, et al. Phenological and morphological characteristics of new selections of myrtle (*Myrtus communis* L.). *Acta Horti*. 2017;1172:171-178. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1172.33>
6. Cheryatova Y. Morphological and Anatomical Study of Medicinal Plant Material *Myrtus communis* L. In: *XV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2022". Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham. 2023. Vol. 575. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-21219-2_258
7. Maurizio M, Fadda A. First observations on biology and organ morphology of myrtle (*Myrtus communis* L.) flower. *Journal of Agromedicine*. 2004;134(3):223-235.
8. Alipour G, Dashti S, Hosseinzadeh H. Review of Pharmacological Effects of *Myrtus communis* L. and its Active Constituents. *Phototherapy Research*. 2014;28(8):1125-1136. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.5122>
9. Bakova EYu. Common myrtle *Myrtus communis* L. is a perspective resource of plant raw materials for the specialized grocery production. In: *IV Hammerman's readings*. SPb., 2018:25-27. (In Russ.). [Бакова Е.Ю. Мирт обыкновенный *Myrtus communis* L. – перспективный источник растительного сырья для производства специализированных пищевых продуктов. В сб.: *IV Гаммермановские чтения*. СПб., 2018:25-27].
10. Gorjian H, Khaligh NG. Myrtle: a versatile medicinal plant. *Nutrire*. 2023;48:10. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41110-023-00194-y>
11. Nikolaevskii VV. *Aromatherapy*. M., 2000:52. (In Russ.). [Николаевский В.В. Ароматерапия. М., 2000].
12. Gorjian H, Raftani AZ, Mohammadzadeh Milani J, et al. Preparation and characterization of the encapsulated myrtle extract nanoliposome and nanoniosome without using cholesterol and toxic organic solvents: A comparative study. *Food Chem*. 2021;342:128342. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128342>
13. Aidi WW, Saidani TM, Marzouk B. Morphological and chemical characterization of two wild Tunisian myrtle (*Myrtus communis* L.) populations. *Trends in Phytochemical Research*. 2019;3:4:231-42. URL: https://www.researchgate.net/publication/337923470_Morphological_and_chemical_characterization_of_two_wild_Tunisian_myrtle_Myrtus_communis_L_populations
14. Bakova EYu, Paliy AE, Bakova NN, et al. Features of the component composition of essential oil of *Myrtus communis* L., grown in the conditions of the Southern coast of Crimea. *Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry*. 2018;21:11:30-35. [Бакова Е.Ю., Палий А.Е., Бакова Н.Н., и др. Особенности компонентного состава эфирного масла *Myrtus communis* L., выращиваемого в условиях Южного берега Крыма. *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2018;21(11):30-35]. DOI: <https://doi.org/10.29296/25877313-2018-11-04>
15. Logvinenko LA Biochemical composition of essential oil of *Myrtus communis* L. in different natural and climatic conditions. *Subtropical and Ornamental Horticulture*. 2017;62:199-206. [Логвиненко Л.А. Биохимический состав эфирного масла *Myrtus communis* L. в разных природно-климатических условиях. Субтропическое и декоративное садоводство. 2017;62:199-206]. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41579-021-00649-x>
16. Yoshimura M, Amakura Y, Tokuhara M, et al. Polyphenolic compounds isolated from the leaves of *Myrtus communis* L. *Journal of Natural Medicines*. 2008;62:3:366-368. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11418-008-0251-2>
17. Tuberoso CI, Barra A, Angioni A, et al. Chemical composition of volatiles in Sardinian myrtle (*Myrtus communis* L.) alcoholic extracts and essential oils. *J Agric Food Chem*. 2006;54(4):1420-1426. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf052425g>
18. Kurkin VA, Maslova VD, Mubinov AR. Determination of myricitrin content in common myrtle leaves (*Myrtus communis* L.) by HPLC method. *Chemical and Pharmaceutical Journal*. 2024;5:5:30-34. [Куркин В.А., Маслова В.Д., Мубинов А.Р. Определение содержания мирцитрина в листьях мирта обыкновенного (*Myrtus communis* L.) методом ВЭЖХ. *Химико-фармацевтический журнал*. 2024;5:5:30-34]. DOI: <https://doi.org/10.30906/0023-1134-2024-58-5-30-34>
19. Cheryatova YuS. Anatomico-diagnostic signs of common myrtle (*Myrtus communis* L.). In: *Reports of the Timiryazev Agricultural Academy*. M., 2017:147-149. (In Russ.). [Черятова Ю.С. Анатомо-диагностические признаки мирта обыкновенного (*Myrtus communis* L.). В сб.: *Доклады ТСХА*. М., 2017:147-149].
20. Cheryatova YuS. Secretory structures of leaves of common myrtle (*Myrtus communis* L.). In: *Science today: problems and prospects of development*. Vologda, 2015. (In Russ.). [Черятова Ю.С. Секреторные структуры листьев мирта обыкновенного (*Myrtus communis* L.). В сб.: *Наука сегодня: проблемы и перспективы развития*. Вологда, 2015].
21. Rabotyagov VD. *Annotated catalog of essential oil species and varieties, spicy-aromatic and food plants of the Nikitsky Botanical Garden collection*. Yalta, 2007. (In Russ.). [Работягов В.Д. *Аннотированный каталог видов и сортов эфиромасличных, пряно-ароматических и пищевых растений коллекции Никитского ботанического сада*. Ялта, 2007].

22. Fedorov AA, Takhtajyan AL. *Plant life. Flowering plants*. М., 1980. (In Russ.). [Федоров А.А., Тахтаджян А.Л. *Жизнь растений. Цветковые растения*. М., 1980].
23. Poletaeva VI. *Plant life*. М., 1980. (In Russ.). [Полетаева В.И. *Жизнь растений*. М., 1980].
24. Mamedova IO, Mamedov TS. Composition of essential oils of *Myrtus communis* L. in eastern Azerbaijan. *Hortus botanicus*. 2022;17:204-216. (In Russ.). [Мамедова И.О., Мамедов Т.С. Состав эфирных масел *Myrtus communis* L. на востоке Азербайджана. *Hortus botanicus*. 2022;17:204-216].
25. Sebei K, Sakouhi F, Herchi W, et al. Chemical composition and antibacterial activities of seven *Eucalyptus species* essential oils leaves. *Biological Resourse*. 2015;48(1):7. DOI: <https://doi.org/10.1186/0717-6287-48-7>
26. Kurkin VA *Pharmacognosy*. Samara, 2019. (In Russ.). [Куркин В.А. *Фармакогнозия*. Самара, 2019].
27. Nicoletti R, Ferranti P, Caira S, et al. Myrtucommulone production by a strain of *Neofusicoccum australe* endophytic in myrtle (*Myrtus communis* L.). *World J Microbiol Biotechnol*. 2014;30:1047-1052. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11274-013-1523-x>
28. Kurkin VA, Maslova VD, Mubinov AR. HPLC Determination of Myricitrin in Leaves of Common Myrtle (*Myrtus communis* L.). *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2024;58(5):30-34. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11094-024-03211-0>
29. Bachheti R. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil from the leaves of *Eucalyptus Globulus* collected from Haramaya University, Ethiopia. *Der Pharma Chemica*. 2015;7:209-214.
30. Sdobnina AI. *Diagnostic signs of medicinal plants in petiolar anatomy. Biodiversity: problems and prospects of conservation*. Penza, 2008. (In Russ.). [Сдобнина А.И. *Диагностические признаки лекарственных растений в петиолярной анатомии. Био-разнообразие: проблемы и перспективы сохранения*. Пенза, 2008].
31. Mansour RB, Megdiche-Ksouri W, Nefzi N, et al. *Myrtus communis* L. Ellagitannins and Flavonoids Protect Cardiomyoblast Cells against CoCl₂ Induced Hypoxia and H₂O₂ Stress by Improving Oxidative Balance. *Austin Journal of Nutrition & Metabolism*. 2022;9:1. DOI: <https://doi.org/10.26420/austinjntrmetab.2022.1121>

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Источник финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.	Study funding. The study was the authors' initiative without external funding.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of Interest. The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.
Участие авторов. Маслова В.Д. – сбор растительного материала для анализа, проведение эксперимента, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка черновика рукописи, анализ литературы, написание и подготовка рукописи для публикации; Державина Е.Р. – сбор растительного материала для анализа, проведение эксперимента, анализ литературы. Куркин В.А. – окончательное редактирование рукописи, обработка и интерпретация результатов, проверка критически важного интеллектуального содержания. Рыжов В.М. – участие в разработке концепции и дизайна исследования, критический анализ результатов исследования. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.	Contribution of individual authors. Maslova V.D. – collection of plant material for analysis, experimentation, analysis and interpretation of obtained data, preparation of draft manuscript, literature analysis, writing and preparation of manuscript for publication. Derzhavina E.R. – collection of plant material for analysis, experimentation, literature analysis. Kurkin V.A. – final editing of the manuscript, processing and interpretation of results, verification of critical intellectual content. Ryzhov V.M. – participation in conception and design of the study, critical analysis of the study results. All authors gave their final approval of the manuscript for submission, and agreed to be accountable for all aspects of the work, implying proper study and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the work.
Автор для переписки Куркин Владимир Александрович Адрес: Самарский государственный медицинский университет, ул. Чапаевская, 89, г. Самара, Россия, 443099. E-mail: v.a.kurkin@samsmu.ru	Corresponding Author Vladimir A. Kurkin Address: Samara State Medical University, 89 Chapaevskaya st., Samara, Russia, 443099. E-mail: v.a.kurkin@samsmu.ru