
АНАТОМИЯ И МОРФОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 582.883.2:581.6

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ЭФИРНОМАСЛИЧНЫХ ВМЕСТИЛИЩ *MYRTUS COMMUNIS* L.

© Ю. С. Черятова
Yu. S. Cheryatova

Features of structure and formation
of essential oil containers in *Myrtus communis* L.

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»,
кафедра ботаники, селекции и семеноводства садовых растений
127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49. Тел.: +7 (499) 976-16-18, e-mail: u.cheryatova@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье представлены результаты анатомического изучения ценного лекарственного эфирно-масличного растения *Myrtus communis* L. (*Myrtaceae*). При проведении микроскопического анализа одно-летних побегов *M. communis* установлены маркерные анатомо-диагностические признаки секреторных структур растения, которые могут быть использованы при проведении идентификации и оценке подлинности лекарственного сырья. Показано, что в стебле и листе *M. communis* располагались секреторные структуры, представленные эфирномасличными вместилищами сферической формы и эфирномасляными клетками. В генезисе эндогенные секреторные структуры растения формировались на месте групп постоянных тканей коры стебля и мезофилла листовой пластинки. Установлено, что эфирномасличные вместилища растения развивались сначала схизогенно, а затем лизигенно, что позволило морфологически их отнести к схизолизигенному типу. Основным местом локализации схизолизигенных вместилищ в стебле послужила кора. В листьях растения схизолизигенные вместилища формировались как в столбчатом, так и губчатом мезофилле. Одиночные эфирномасляные клетки диффузно располагались среди клеток паренхимы коры стебля, а также мезофилла листа. Было установлено, что у эфирномасляных клеток стебля и листовой пластинки растения развивалась глубокая инвагинация плазмалеммы, полость которой постепенно заполнялась эфирным маслом. Одновременно на клеточную стенку с внутренней стороны откладывался суберин, который предотвращал растекание эфирного масла за пределы полости клетки. При накоплении большого количества масла протопласт эфирномасляных клеток дегенерировал. Эфирное масло в схизолизигенных вместилищах и эфирномасляных клетках *M. communis* длительно сохраняется, что позволяет пролонгировать период хранения данного вида лекарственного растительного сырья, а также успешно, без угрозы потери эфирного масла, транспортировать его на большие расстояния. Результаты анатомического исследования побегов *M. communis* могут быть рекомендованы для включения в раздел «Микроскопия» при написании фармакопейных статей.

Ключевые слова: *Myrtus communis* L., *Myrtaceae*, эфирное масло, секреторные идиобласты, схизолизигенные эфирномасличные вместилища, анатомия стебля, анатомия листа, фармакопея.

Abstract. The paper presents the results of an anatomical study of the valuable medicinal essential oil plant *Myrtus communis* L. (*Myrtaceae*). When conducting a microscopic analysis of annual shoots of *M. communis*, there were established marker anatomical and diagnostic signs of the secretory structures of the plant, which can be used to identify and evaluate the authenticity of the medicinal product raw materials. It was shown that the stem and leaf of *M. communis* contained secretory structures represented by spherical essential oil containers and essential oil cells. In genesis, the endogenous secretory structures of the plant were formed in place of groups of permanent tissues of the stem bark and the mesophyll of the leaf blade. It has been established that the essential oil receptacles of the plant developed first schizogenously, and then lysigenically. It allowed them to be morphologically attributed to the schizolysigenic type. The bark served as the main localization site for schizolysigenous containers in the stem. In the leaves of the plant, schizolysigenic containers were formed in both columnar and spongy mesophyll. Single essential oil cells were diffusely located among the cells of the parenchyma of the stem cortex, as well as the mesophyll of the leaf. It was found that the essential oil cells of the stem and leaf blade of the plant developed a deep invagination of the plasmalemma and its cavity was gradually filled with essential oil. At the same time, suberin was deposited on the cell wall from the inside, which prevented the essential oil from spreading outside the cell

cavity. With the accumulation of a large amount of oil, the protoplast of essential oil cells degenerated. The essential oil in schizolizigen containers and essential oil cells of *M. communis* is stored for a long time, which allows to prolong the storage period of this type of medicinal plant material, and to transport it successfully over long distances without the threat of essential oil loss. The results of the anatomical study of the shoots of *M. communis* can be recommended for inclusion in the «Microscopy» section when writing pharmacopoeial articles.

Keywords: *Myrtus communis* L., *Myrtaceae*, essential oil, secretory idioblasts, schizolizigenic essential oil containers, stem anatomy, leaf anatomy, pharmacopoeia.

DOI: 10.22281/2686-9713-2023-2-5-11

Введение

Эфирные масла представляют собой смеси летучих соединений, обладающих полезными для здоровья биологическими свойствами, которые выходят за рамки их роли в качестве ароматизаторов, натуральных консервантов, и могут быть использованы для разработки функциональных продуктов питания и диетических добавок. Потенциальная польза для здоровья от добавления эфирных масел в рацион человека подтверждена многими клиническими испытаниями и доклиническими исследованиями, касающимися активности эфирных масел в отношении: воспалительных заболеваний и синдрома раздраженного кишечника, регуляции микробиоты, гастропротекции, гепатопротекции, защиты мочевыводящих путей и диуреза, лечения метаболических нарушений, включая гипергликемию и гиперлипидемию, противовоспалительного и обезболивающего действия, иммуномодуляции и защиты от гриппа, а также нейропротекции и модуляции настроения и когнитивных функций. И в настоящее время всё больше внимания уделяется возникающему потенциалу в такой деятельности эфирного масла мирта обыкновенного (*Myrtus communis* L., *Myrtaceae*) (Cheryatova, 2023; Matera et al., 2023).

Мирт обыкновенный – лекарственное растение, используемое во всём мире в народной медицине. Из этого растения было выделено большое количество компонентов. Полифенолы, миртукоммулон, семимиртукоммулон, 1,8-цинеол, α -пинен, миртенилацетат, лимонен, линалоол и α -терпинолен входят в число соединений, считающихся основными биологически активными компонентами растения (Shahbazian et al., 2022). Различные части мирта, такие как листья, стебли и плоды, широко использовались в народной медицине на протяжении нескольких столетий: для лечения диареи, пептической язвы, геморроя, воспаления, лёгочных и кожных заболеваний, хотя клинические и экспериментальные исследования показывают, что растение обладает более широким спектром фармакологических и терапевтических эффектов, таких как антиоксидантное, противораковое, противовирусное, антибактериальное, противогрибковое, гепатопротекторное и нейропротекторное активности (Alipour et al., 2014).

Мирт обыкновенный является одним из важных ароматических и лекарственных растений Средиземноморья. Он используется в кулинарии, косметике, фармацевтике, широко применяется в традиционной фитотерапии, что подтверждается инсектицидной, антиоксидантной, противовоспалительной и антимикробной активностью его эфирных масел (Shaap et al., 2021). В фитохимическом составе эфирного масла мирта выявлено около 17 соединений, основными компонентами которых являются миртенилацетат (20,75%), 1,8-цинеол (16,55%), α -пинен (15,59%), линалоол (13,30%), лимонен (8,94%), линалилацетат (3,67%), геранилацетат (2,99%), α -терпинеол (2,88%) (Ben Hsouna et al., 2014).

Необходимо отметить, что листья и цветки *M. communis* являются наиболее ценными органами маслообразования с выходом 0,61% и 0,30% соответственно. Состав эфирного масла листьев и цветков растения характеризуется высоким содержанием α -пинена, основного соединения класса монотерпеновых углеводов: 58,05% в листьях и 17,53% в цветках. В стебле мирта обнаруживается высокое содержание оксигенированных монотерпенов, в основном за счёт 1,8-цинеола (32,84%). Общее содержание фенолов также варьирует в разных частях растений: экстракт листьев имеет более высокое общее содержание

фенолов (33,67 мг), чем экстракты цветков (15,70 мг) и стеблей (11,11 мг). Значительные различия обнаруживаются и в общем содержании танинов между различными частями *M. communis*, что составляет 26,55 мг в листьях, 11,95 мг в цветках, 3,33 мг в стебле. Наибольшее содержание суммы флавоноидов и конденсированных дубильных веществ наблюдается в экстрактах стеблей (5,17 и 1,99 мг соответственно) и листьев (3,00 и 1,22 мг соответственно). Необходимо отметить, что основным классом фенолов растения являются гидролизуемые дубильные вещества (галлотанины): в листьях (79,39%, 8,90 мг/г) и цветках (60,00%, 3,50 мг/г), в то время как стебель характеризовался преобладанием класса флавоноидов (61,38 %, 1,86 мг/г) за счёт высокого содержания катехина (36,91%, 1,12 мг/г) (Aidi et al., 2010).

В настоящее время эфирное масло *M. communis* набирает мировую популярность в качестве потенциального ингредиента функциональных пищевых продуктов и нутрицевтиков. Недавние исследования показали также высокую эффективность применения эфирного масла мирта в контроле веса грызунов. Внутривентрикулярное введение крысам эфирного масла мирта в течение двух недель влияло на потерю веса, снижало гликолитическую активность, показатели липидов (холестерин, триглицериды, холестерин липопротеинов низкой плотности и холестерин липопротеинов очень низкой плотности) и атерогенные показатели, приводящие к сердечно-сосудистой защите. Таким образом, эфирное масло *M. communis* может быть перспективным средством для лечения медикаментозного ожирения и связанных с ним заболеваний, поскольку оно влияет на метаболизм липидов в печени и ингибирует ферменты, ответственные за метаболизм углеводов в глюкозу в пищеварительном тракте, что приводит к снижению веса (Odeh et al., 2022). Помимо этого, эфирное масло мирта обладает высокой антиоксидантной активностью в большинстве тканей органов, поскольку способствует увеличению проницаемости и нестабильности мембраны эритроцитов, что приводит к потере избирательности проникновения токсических веществ в клетку (Кауа et al., 2020).

Следует отметить, что эфирное масло мирта, благодаря своей противогрибковой и противовоспалительной активности, может с успехом применяться путем ингаляции, нанесения на кожу и перорального введения для лечения многих воспалительных заболеваний. Так, противогрибковая оценка показала, что масло растения более активно в отношении *Candida albicans* и *Cryptococcus neoformans* (дрожжи), *Epidermophyton floccosum*, *Microsporium canis*, *Trichophyton rubrum* (дерматофиты) а также видов *Aspergillus* sp. (*A. niger*, *A. parasiticus*). Эти многообещающие результаты ученых раскрывают биологически активные концентрации эфирных масел мирта с профилем безопасности, предполагающим потенциальное пероральное и местное применение или использование путем ингаляции (Hennia et al., 2018; Raeeszadeh et al., 2018).

Недавние научные исследования также подтвердили нематоцидный потенциал эфирного масла *M. communis* благодаря присутствию в нем большого количества терпеноидов. Кумулятивный анализ биоэффективности *in vitro* и компьютерный анализ, связанный с хемпрофилями эфирного масла мирта, позволил сделать многообещающие выводы по использованию масла растения в качестве бионематоцидов для разработки бионематоцидных продуктов (Kundu et al., 2021).

Ценное эфирное масло *M. communis*, локализованное в схизолизигенных вместилищах и эфирномасляных клетках стебля и листа имеет множество применений в фармакологии, пищевых технологиях и косметической промышленности. Следует отметить, что антиоксидантная активность эфирного масла зависит от различных факторов: времени сбора, хранения, растворителя для экстракции, типа экстракции и используемой части растения. Эфирное масло листьев обладает наиболее выраженной противовоспалительной, противогрибковой и антиоксидантной активностью, по сравнению с эфирным маслом стебля. Это свойство масла, очевидно, обуславливается либо флавоноидами, либо гидролизуемыми танинами, или непренилированными ацилфлороглюцинами

(например, миртукоммулоном и семимиртукоммулоном). Поэтому биологическая активность эфирного масла *M. communis*, обнаруженная к настоящему времени, может направить его использование для стабилизации сложных липидных систем, в качестве пребиотика в пищевых продуктах и в качестве нового терапевтического средства для лечения воспаления. Поскольку синтетические антимикробные агенты и пищевые добавки могут вызывают ряд побочных эффектов, сегодня наблюдается возрастающий интерес потребителей к ингредиентам из натуральных источников. И лекарственное растение *M. communis* может послужить источником новых соединений, которые могут быть использованы как в пищевой промышленности, так и в медицинских целях, прежде всего в качестве антимикробных средств. Необходимо также отметить, что эфирное масло в эндогенных секреторных структурах *M. communis* длительно сохраняется, что позволяет пролонгировать период хранения данного вида лекарственного растительного сырья, а также успешно, без угрозы потери эфирного масла, транспортировать его на большие расстояния. Данное свойство масла *M. communis*, безусловно, повышает его конкурентоспособность на мировом фармацевтическом рынке.

Несмотря на экономическую ценность и фармакологический потенциал эфирного масла *M. communis*, в настоящее время отсутствуют исчерпывающие сведения о характере выделительных тканей растения, накапливающих ценное эфирное масло. Поэтому целью работы послужило установление морфологии секреторных структур побегов *M. communis*.

Материалы и методы

Исследовательская работа проводилась на кафедре ботаники, селекции и семеноводства садовых растений Российского государственного университета – МСХА имени К. А. Тимирязева в 2022 г. Исследовали свежесобранные однолетние побеги *M. communis*, полученные из оранжереи ботанического сада имени С. И. Ростовцева.

Анатомическое изучение растений проводили в соответствии с требованиями фармакопейных статей Государственной Фармакопеи Российской Федерации XIV (Gosudarstvennaia..., 2018). Для анатомического анализа изготавливали временные окрашенные флороглюцином с концентрированной соляной кислотой водно-глицериновые микропрепараты стеблей и листьев *M. communis*. Изучение проводили на 10 модельных растениях в 10-кратной повторности с помощью микроскопа Carl Zeiss Primo Star и цифровой фотокамеры Canon Digital IXUS 285 HS.

Результаты и их обсуждение

Стебель *M. communis* характеризуется непучковым типом анатомического строения, при котором проводящие и механические ткани образуют сплошное кольцо (рис. 1, А). Снаружи стебель покрыт однослойной эпидермой с редко расположенными простыми прямыми одноклеточными волосками (рис. 1, В). В паренхиме коры стебля были обнаружены выделительные структуры, представленные сферическими схизолизигенными эфирномасличными вместилищами, полость которых была выстлана эпителиальными клетками, и одиночными эфирномасляными клетками (рис. 1, С, D).

Строение листа *M. communis* дорсовентральное. В листьях растения были обнаружены два типа эндогенных секреторных структур, накапливающих эфирное масло (рис. 2). Первым типом секреторных структур являлись секреторные идиобласты, представленные диффузно расположенными эфирномасляными клетками круглой формы, встречающимися как в столбчатом, так и в губчатом мезофилле листовой пластинки. Вторым типом выделительных структур послужили сферические схизолизигенные эфирномасличные вместилища, морфологически сходные с теми, что были обнаружены в стебле растения. Эфирномасличные вместилища в листьях растения формировались субэпидермально как в столбчатом, так и губчатом мезофилле.

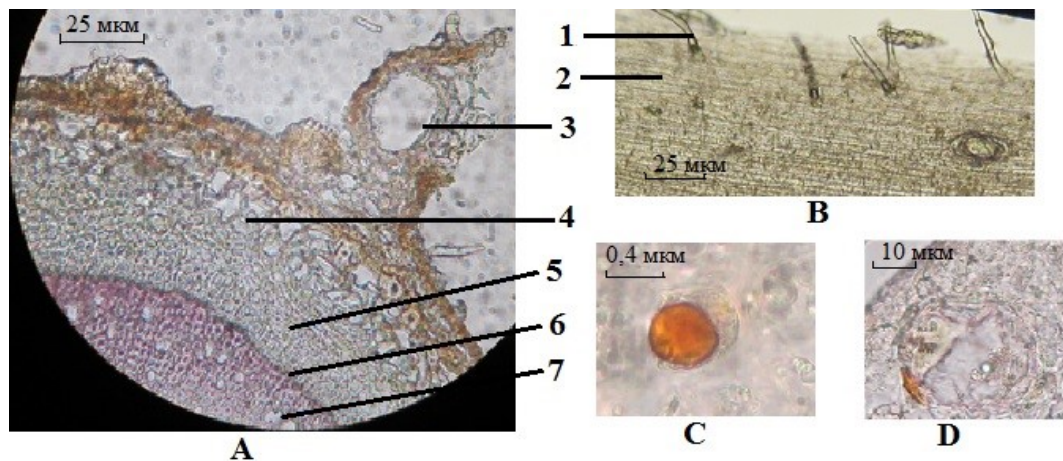


Рис. 1. Анатомическое строение стебля *Myrtus communis* L.:

А – поперечный срез стебля ($\times 200$), В – эпидерма стебля на парадермальном срезе ($\times 200$), С – эфирномасляная клетка паренхимы коры стебля ($\times 400$), D – schizolysigenous эфирномасляное вместилище в паренхиме коры стебля ($\times 400$): 1 – одноклеточные волоски, 2 – клетки эпидермы, 3 – schizolysigenous эфирномасляное вместилище, 4 – паренхима первичной коры, 5 – флоэма; 6 – камбий; 7 – ксилема. Фото: Ю. С. Черятова.

Fig. 1. The anatomical structure of the stem of *Myrtus communis* L.:

А – stem cross section ($\times 200$), В – stem epidermis on a paradermal cut ($\times 200$), С – essential oil cell of the parenchyma of the stem cortex ($\times 400$), D – schizolysigenous essential oil container in the parenchyma of the stem cortex ($\times 400$): 1 – unicellular hairs, 2 – epidermal cells, 3 – schizolysigenous essential oil container, 4 – parenchyma of the primary cortex, 5 – phloem, 6 – cambium, 7 – xylem. Photo: Yu. S. Cheryatova.

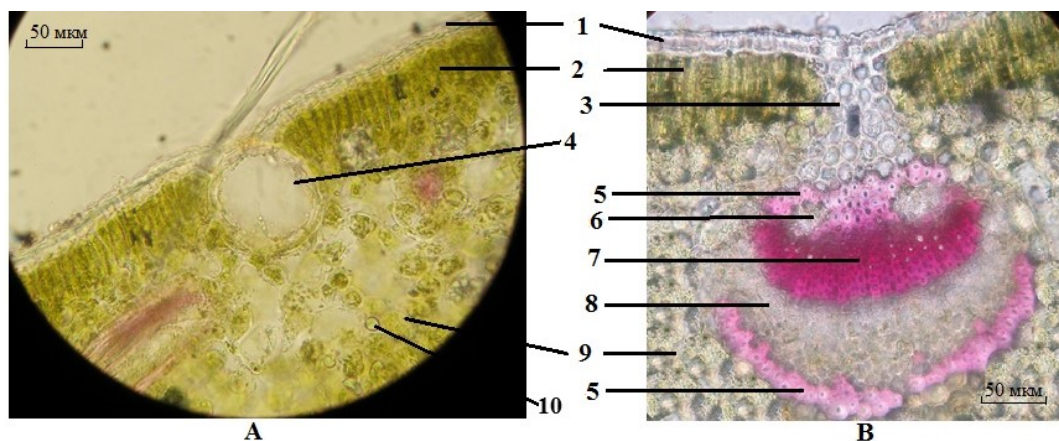


Рис. 2. Анатомическое строение листовой пластинки *Myrtus communis* L.:

А – мезофилл на поперечном срезе листа ($\times 200$), В – поперечный срез листовой пластинки в области главной жилки ($\times 250$): 1 – верхняя эпидерма, 2 – столбчатый мезофилл, 3 – уголковая колленхима, 4 – schizolysigenous эфирномасляное вместилище, 5 – волокна склеренхимы, 6 – наружная флоэма, 7 – ксилема, 8 – внутренняя флоэма, 9 – губчатый мезофилл, 10 – эфирномасляная клетка. Фото: Ю. С. Черятова.

Fig. 2. Anatomical structure of the leaf blade of *Myrtus communis* L.:

А – mesophyll on the cross section of the leaf ($\times 200$), В – cross section of the leaf blade in the region of the midrib ($\times 250$): 1 – upper epidermis, 2 – columnar mesophyll, 3 – angular collenchyma, 4 – schizolysigenous essential oil container, 5 – sclerenchyma fibers, 6 – external phloem, 7 – xylem, 8 – internal phloem, 9 – spongy mesophyll, 10 – essential oil cell. Photo: Yu. S. Cheryatova.

Как известно, эндогенные секреторные структуры органов растений имеют разное происхождение: одни из них производные основной меристемы, другие – прокамбия, камбия,

или специализированных постоянных тканей (Cheryatova, 2015). В ходе работы было установлено, что эфирномасличные вместилища *M. communis* формировались на месте групп постоянных тканей коры стебля и мезофилла листа. Их развитие вначале происходило схизогенно, а затем лизигенно, что и позволило морфологически их отнести к схизолизигенному типу. В онтогенезе у эфирномасляных клеток стебля и листа растения развивалась глубокая инвагинация плазмалеммы, полость которой постепенно заполнялась маслом. Одновременно на клеточную стенку изнутри откладывался суберин, предотвращающий растекание секрета за пределы полости клетки. При накоплении большого количества масла протопласт эфирномасляных клеток дегенерировал. Таким образом, зрелая эфирномасляная клетка *M. communis* имеет суберинизированную клеточную стенку, заполненную эфирным маслом жёлтого цвета.

Заключение

Установленные в ходе работы схизолизигенные вместилища стебля и листа *M. communis* представляли собой идиобласты среди паренхимной ткани, выделяющиеся крупной величиной, сферической формой, заполненные эфирным маслом жёлтого цвета. На образование вместилищ растения влиял возраст органа; формирование вместилищ было скоординировано с ростом окружающих его паренхимных клеток. Возникновение и последующее развитие схизолизигенных вместилищ *M. communis*, по-видимому, представляло собой часть того процесса роста, который свойственен клеточному комплексу в целом, то есть развитие вместилищ коррелировало с ростом органа, в состав которого они входили. Как известно, знание генезиса и строения тканей внутренней секреции растений, их биологической роли, имеет важнейшее таксономическое значение (Cheryatova, 2019). В связи с вышесказанным, результаты работы также могут послужить для целей систематики представителей *Myrtaceae*.

Таким образом, результаты настоящего исследования позволили установить и визуализировать маркерные анатомо-диагностические признаки стебля и листа *M. communis*, место локализации эфирного масла растения, а также характер формирования эндогенных секреторных структур. Полученные материалы послужат основой при проведении микроскопического анализа лекарственного сырья побегов растения и могут быть рекомендованы для написания раздела «Микроскопия» фармакопейных статей.

Список литературы

- Aidi Wannas W., Mhamdi B., Sriti J., Ben Jemia M., Ouchikh O., Hamdaoui G., Kchouk M. E., Marzouk B. 2010. Antioxidant activities of the essential oils and methanol extracts from myrtle (*Myrtus communis* var. *italica* L.) leaf, stem and flower // Food Chem Toxicol. V. 48. № 5. P. 1362–1370. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.03.002>
- Alipour G., Dashti S., Hosseinzadeh H. 2014. Review of pharmacological effects of *Myrtus communis* L. and its active constituents // Phytother Res. V. 28 (8). P. 125–136. <https://doi.org/10.1002/ptr.5122>
- Ben Hsouna A., Hamdi N., Miladi R., Abdelkafi S. 2014. *Myrtus communis* essential oil: chemical composition and antimicrobial activities against food spoilage pathogens // Chem Biodiversity V. 11. № 4. P. 571–80. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201300153>
- [Cheryatova] Черятова Ю. С. 2015. Анатомия лекарственных и эфирномасличных растений. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. 133 с.
- [Cheryatova] Черятова Ю. С. 2019. Анатомо-диагностические признаки лекарственного растительного сырья *Eucalyptus globulus* Labill. // Эпоха науки. № 20. С. 620–626. <https://doi.org/10.24411/2409-3203-2019-12130>
- Cheryatova Yu. 2023. Morphological and Anatomical Study of Medicinal Plant Material *Myrtus communis* L. // XV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2022»: Collection of materials of the 15th International Scientific Conference. Global Precision Ag Innovation 2022. V. 575. P. 2302–2308. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21219-2_258
- [Gosudarstvennaia...] Государственная фармакопея Российской Федерации XIV. Ч. 1. 2018. М.: Изд-во Научный центр экспертиз и средств медицинского применения. 1814 с.
- Hennia A, Miguel M. G., Nemliche S. 2018. Antioxidant Activity of *Myrtus communis* L. and *Myrtus nivellei* Batt. & Trab. Extracts: A Brief Review // Medicines (Basel). V. 5. № 3. P. 89. <https://doi.org/10.3390/medicines5030089>
- Kaya D. A., Ghica M. V., Dănilă E., Öztürk Ş., Türkmen M., Albu Kaya M. G., Dinu-Pîrvu C. E. 2020. Selection of Optimal Operating Conditions for Extraction of *Myrtus communis* L. Essential Oil by the Steam Distillation Method // Molecules. V. 25. № 10. P. 2399. <https://doi.org/10.3390/molecules25102399>
- Kundu A., Dutta A., Mandal A., Negi L., Malik M., Puramchatwad R., Antil J., Singh A., Rao U., Saha S., Kumar R., Patanjali N., Manna S., Kumar A., Dash S., Singh P. K. 2021. A Comprehensive *in vitro* and *in silico* Analysis of Nematocidal Action of Essential Oils // Front Plant Sci. V. 11. P. 614143. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.614143>

- Matera R., Lucchi E., Valgimigli L. 2023. Plant Essential Oils as Healthy Functional Ingredients of Nutraceuticals and Diet Supplements: A Review // *Molecules*. V. 28. № 2. P. 901. <https://doi.org/10.3390/molecules28020901>
- Odeh D., Oršolić N., Berendika M., Đikić D., Domjanić Drozdek S., Balbino S., Repajić M., Dragović-Uzelac V., Jurčević I. L. 2022. Antioxidant and Anti-Atherogenic Activities of Essential Oils from *Myrtus communis* L. and *Laurus nobilis* L. in Rat // *Nutrients*. V. 14. № 7. P. 1465. <https://doi.org/10.3390/nu14071465>
- Raeiszadeh M., Pardakhty A., Shariffifar F., Farsinejad A., Mehrabani M., Hosseini-Nave H. 2018. Development, physicochemical characterization, and antimicrobial evaluation of niosomal myrtle essential oil // *Res Pharm Sci*. V. 13. № 3. P. 250–261. <https://doi.org/10.4103/1735-5362.228955>
- Shaaan R. M., Al-Abodi H. R., Alanazi A. D., Abdel-Shafy S., Rashidipour M., Shater A. F., Mahmoudvand H. 2021. *Myrtus communis* Essential Oil; Anti-Parasitic Effects and Induction of the Innate Immune System in Mice with *Toxoplasma gondii* Infection // *Molecules*. V. 26. № 4. P. 819. <https://doi.org/10.3390/molecules26040819>
- Shahbazian D., Karami A., Raouf Fard F., Eshghi S., Maggi F. 2022. Essential Oil Variability of Superior Myrtle (*Myrtus communis* L.) Accessions Grown under the Same Conditions // *Plants (Basel)*. 2022 V.11. № 22. P. 3156. <https://doi.org/10.3390/plants11223156>

References

- Aidi Wannas W., Mhamdi B., Sriti J., Ben Jemia M., Ouchikh O., Hamdaoui G., Kchouk M. E., Marzouk B. 2010. Antioxidant activities of the essential oils and methanol extracts from myrtle (*Myrtus communis* var. *italica* L.) leaf, stem and flower // *Food Chem Toxicol*. V. 48. № 5. P. 1362–1370. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.03.002>
- Alipour G., Dashti S., Hosseinzadeh H. 2014. Review of pharmacological effects of *Myrtus communis* L. and its active constituents // *Phytother Res*. V. 28 (8). P. 125–136. <https://doi.org/10.1002/ptr.5122>
- Ben Hsouna A., Hamdi N., Miladi R., Abdelkafi S. 2014. *Myrtus communis* essential oil: chemical composition and antimicrobial activities against food spoilage pathogens // *Chem Biodiversity*. V. 11. № 4. P. 571–80. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201300153>
- Cheryatova Yu. S. 2015. Anatomiya lekarstvennyh i efirnomaslichnyh rastenij [Anatomy of medicinal and essential oil plants]. Moscow: Izd. RGAU-MSKHA imeni K. A. Timiryazeva. 133 p. (In Russian)
- Cheryatova Yu. S. 2019. Anatomico-diagnosticheskie priznaki lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya *Eucalyptus globulus* Labill. [Anatomical and diagnostic features of medicinal plant material *Eucalyptus globulus* Labill.] // *Epoha nauki*. № 20. P. 620–626. <https://doi.org/10.24411/2409-3203-2019-12130> (In Russian)
- Cheryatova Yu. 2023. Morphological and Anatomical Study of Medicinal Plant Material *Myrtus communis* L. // XV International Scientific Conference «INTERAGROMASH 2022»: Collection of materials of the 15th International Scientific Conference. Global Precision Ag Innovation 2022. V. 575. P. 2302–2308. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21219-2_258
- Gosudarstvennaia farmakopeia Rossiiskoi Federatsii XIV [State Pharmacopoeia of the Russian Federation XIV]. 2018. Ch. 1. Moscow: Izd-vo Nauchnyi tsentr ekspertiz i sredstv meditsinskogo primeneniia. 1814 p.
- Hennia A., Miguel M. G., Nemliche S. 2018. Antioxidant Activity of *Myrtus communis* L. and *Myrtus nivellei* Batt. & Trab. Extracts: A Brief Review // *Medicines (Basel)*. V. 5. № 3. P. 89. <https://doi.org/10.3390/medicines5030089>
- Kaya D. A., Ghica M. V., Dănilă E., Öztürk Ş., Türkmen M., Albu Kaya M. G., Dinu-Pîrvu C. E. 2020. Selection of Optimal Operating Conditions for Extraction of *Myrtus communis* L. Essential Oil by the Steam Distillation Method // *Molecules*. V. 25. № 10. P. 2399. <https://doi.org/10.3390/molecules25102399>
- Kundu A., Dutta A., Mandal A., Negi L., Malik M., Puramchatwad R., Antil J., Singh A., Rao U., Saha S., Kumar R., Patanjali N., Manna S., Kumar A., Dash S., Singh P. K. 2021. A Comprehensive *in vitro* and *in silico* Analysis of Nematocidal Action of Essential Oils // *Front Plant Sci*. V. 11. P. 614143. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.614143>
- Matera R., Lucchi E., Valgimigli L. 2023. Plant Essential Oils as Healthy Functional Ingredients of Nutraceuticals and Diet Supplements: A Review // *Molecules*. V. 28. № 2. P. 901. <https://doi.org/10.3390/molecules28020901>
- Odeh D., Oršolić N., Berendika M., Đikić D., Domjanić Drozdek S., Balbino S., Repajić M., Dragović-Uzelac V., Jurčević I. L. 2022. Antioxidant and Anti-Atherogenic Activities of Essential Oils from *Myrtus communis* L. and *Laurus nobilis* L. in Rat // *Nutrients*. V. 14. № 7. P. 1465. <https://doi.org/10.3390/nu14071465>
- Raeiszadeh M., Pardakhty A., Shariffifar F., Farsinejad A., Mehrabani M., Hosseini-Nave H. 2018. Development, physicochemical characterization, and antimicrobial evaluation of niosomal myrtle essential oil // *Res Pharm Sci*. V. 13. № 3. P. 250–261. <https://doi.org/10.4103/1735-5362.228955>
- Shaaan R. M., Al-Abodi H. R., Alanazi A. D., Abdel-Shafy S., Rashidipour M., Shater A. F., Mahmoudvand H. 2021. *Myrtus communis* Essential Oil; Anti-Parasitic Effects and Induction of the Innate Immune System in Mice with *Toxoplasma gondii* Infection // *Molecules*. V. 26. № 4. P. 819. <https://doi.org/10.3390/molecules26040819>
- Shahbazian D., Karami A., Raouf Fard F., Eshghi S., Maggi F. 2022. Essential Oil Variability of Superior Myrtle (*Myrtus communis* L.) Accessions Grown under the Same Conditions // *Plants (Basel)*. 2022 V. 11. № 22. P. 3156. <https://doi.org/10.3390/plants11223156>

Сведения об авторах

Черятова Юлия Сергеевна
к. б. н., доцент кафедры ботаники, селекции
и семеноводства садовых растений
ФГБОУ ВО «Российский государственный университет
– МСХА имени К.А. Тимирязева», Москва
E-mail: u.cheryatova@rgau-msha.ru

Cheryatova Yulia Sergeevna
Ph. D. in Biological Sciences, Ass. Professor of the Dpt. of Botany,
Plant Breeding and Seed Technology
Russian State Agrarian University
– Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow
E-mail: u.cheryatova@rgau-msha.ru