

УДК 615.322+547.913+543.544

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ, АНТИРАДИКАЛЬНАЯ И АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНОГО МАСЛА ЛИСТЬЕВ МЕЛИССЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ

© А.А. Ефремов^{1,2}, Е.Е. Савельева¹, Н.А. Булгакова^{1*}, Т.В. Рукосуева¹, В.А. Волкова¹

¹ Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, ул. Партизана Железняка, 1, Красноярск, 660022, Россия, bulgakovana@bk.ru

² Институт космических технологий ФИЦ КНЦ СО РАН, ул. Академгородок, 50, Красноярск, 660036, Россия

Из листьев мелиссы лекарственной, собранных до бутонизации растения, выделили методом исчерпывающей гидропародистилляции цельное эфирное масло и его отдельные фракции. Компонентный состав масла и фракций установили методом хромато-масс-спектрометрии. В эфирном масле в основном присутствуют сесквитерпеновые соединения и отсутствуют такие монотерпеноиды, как цитраль, цитронелаль, гераниол. Антирадикальную активность масла и фракций оценивали в ходе реакции со стабильным свободным 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил радикалом. Величины антирадикальной активности цельного масла и его отдельных фракций коррелируют с содержанием кислородсодержащих терпеноидов. Коэффициент корреляции составляет 0.81. Антимикробную активность исследовали диско-диффузионным методом в отношении штаммов *Staphylococcus aureus* (MSSA), *Staphylococcus aureus* (MRSA), *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Candida albicans*. Цельное эфирное масло листьев мелиссы лекарственной и его отдельные фракции полностью подавляют рост *Staphylococcus aureus* (MSSA). Фракция 1, собранная в течение первого часа, проявила фунгицидное действие в отношении *Candida albicans*, полностью подавив рост штамма как в неразбавленном состоянии, так и разбавленная в соотношении 1 : 1 спиртом этиловым 96%. Эфирное масло листьев мелиссы лекарственной, собранных до бутонизации растения, является перспективным для дальнейших исследований его биологической активности.

Ключевые слова: *Melissa officinalis* L., фракции эфирного масла, антирадикальная активность, антимикробная активность.

Для цитирования: Ефремов А.А., Савельева Е.Е., Булгакова Н.А., Рукосуева Т.В., Волкова В.А. Компонентный состав, антирадикальная и антимикробная активность эфирного масла листьев мелиссы лекарственной // Химия растительного сырья. 2025. №1. С. 188–196. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250115329>.

Введение

Мелисса лекарственная (*Melissa officinalis* L.) семейства Яснотковые (*Lamiaceae* L.) является фармакопейным растением во многих странах мира, в том числе и в России. Еще древние греки знали, что это многолетнее растение оказывает такое же тонизирующее и лечебное действие, как пчелиное маточное молочко, и широко использовали его в медицине. Как дикорастущее растение мелисса встречается в странах Средиземноморского региона. Для промышленных целей мелиссу культивируют в некоторых странах Южной и Восточной Европы, Ближнего Востока, в Северной Америке, в России (Крым, Краснодарский край, Самарская область) [1, 2].

Весьма представительный набор биологически активных соединений (БАС) мелиссы лекарственной определяет ее использование в народной и научной медицине, особенно в педиатрической практике благодаря безопасности препаратов мелиссы для детей [3]. Эфирное масло и фенольные соединения экстрактов наземной части растения считаются основными группами веществ, ответственными за фармакологическое действие мелиссы, за ее антибактериальную и противогрибковую активность [4, 5]. Мелисса лекарственная

* Автор, с которым следует вести переписку.

относится к эфирномасличным растениям, содержание эфирного масла в котором относительно невелико и по разным оценкам варьирует примерно от 0.01 до 0.72% [6, 7]. Хорошо известно, что содержание и компонентный состав эфирного масла одного и того же растения зависит от многих факторов. Необходимо отметить следующие факторы: природно-климатические условия произрастания растения; фазы вегетации растения в период заготовки сырья; части растения, используемые в качестве сырья (трава, листья, соцветия); способ получения эфирного масла и продолжительность его выделения в условиях гидропародистилляции [6, 8]. Известно также, что наибольшее количество эфирного масла с более богатым компонентным составом получают чаще всего в период цветения растения.

Анализ литературных данных показывает, что компонентный состав эфирного масла травы мелиссы лекарственной и ее листьев, собранных во время цветения, изучался многими авторами [9, 10]. Часто авторы указывают, что в масле содержатся в значительных количествах такие монотерпеноиды как цитраль, гераниаль, нераль, цитронеллаль, циклоцитраль и другие. Так, в масле, выделенном из высушенных листьев мелиссы, выращенной в Польше, преобладающими компонентами стали гераниаль (45.1%) и нераль (33.8%) [11]. Эти соединения придают траве мелиссы лекарственной приятный лимонный аромат, поэтому ее иногда неправильно называют лимонником. В масле травы мелиссы, выращенной в Сибирском регионе в окрестностях Красноярска, как основные компоненты были определены цитронеллол (36.7%) и гераниол (27.2%) [12]. Некоторые авторы отмечают отсутствие или следовые количества этих монотерпеноидов, а основными соединениями эфирного масла называют сесквитерпеновые соединения, как, например, в масле листьев мелиссы, культивируемой в Тунисе (гермакрен-D – 27.06–32.08%; кариофиллен – 14.7–16.4%) или в Германии [13, 14]. Объясняют это существованием двух подвигов растения *Melissa officinalis*: *officinalis* и *altissima*, разница между которыми определяется составом эфирного масла. *Melissa officinalis* subsp. *officinalis* содержит большое количество цитраля и/или нералья (хемотип цитраля), подвид *Melissa officinalis* subsp. *altissima* содержит лишь следы этих соединений, но значительное количество гермакрена D и/или других сесквитерпеноидов (хемотип гермакрена) [10, 15, 16]. Однако в работе [17] обнаружено, что в эфирном масле листьев *Melissa officinalis* subsp. *officinalis* из Румынии основными компонентами являются сесквитерпеновые соединения: бета-кубебен (27.66%), бета-кариофиллен (27.41%), альфа-кадинен (4.72%), оксид кариофиллена (4.09%) и альфа-кадиол (4.07%). Авторы полагают, что такой фитохимический полиморфизм в значительной степени определяется генетическими, онтогенетическими факторами и изменениями окружающей среды.

Несмотря на существенные порой различия в химическом составе эфирного масла травы и листьев мелиссы, собранных в самых различных регионах, исследования *in vitro* показали хорошие фармакологические эффекты масла мелиссы. При этом важными факторами, влияющими на количество, состав и биологическую активность эфирного масла, являются возраст растения и стадия роста на момент заготовки сырья [15]. Лист мелиссы лекарственной широко используется в качестве компонента чайных композиций, при этом в водную фазу переходит не только большое количество полифенольных соединений, но и, по некоторым данным, около трети эфирного масла, содержащегося в листьях мелиссы [18]. Сбор сырья для чайных композиций возможен до начала цветения растения. Поэтому представляет интерес установление компонентного состава эфирного масла сырья, собранного в данный период вегетации, и определение некоторых видов его биологической активности.

Цель данной работы – изучить компонентный состав фракций и цельного эфирного масла листьев мелиссы лекарственной, собранных до бутонизации растения, и исследовать антимикробную и антирадикальную активность масла.

Экспериментальная часть

В качестве исходного сырья использовали лист мелиссы лекарственной производства фармацевтической компании «Красногорсклексредства», используемый в чайных композициях и приобретенный в 2023 г. Растение культивировалось в Краснодарском крае. Влажность исходного сырья была не более 12%.

Эфирное масло получали практически сразу после приобретения сырья методом исчерпывающей гидропародистилляции [19], загружая 1–3 кг сырья в аппарат, а выделяющееся масло собирали в насадку Клевенджера. Цельное масло получали в течение 14 ч до полного выделения компонентов масла. Отдельно были получены три фракции эфирного масла, которые отличались временем выделения. Первая фракция

была получена в течение 1 ч с начала выделения, вторая фракция – в течение последующих 3 ч, третья фракция – в течение последующих 5 ч.

Цельное эфирное масло и его отдельные фракции исследовались методом хромато-масс-спектрометрии для установления компонентного состава. Состав каждой фракции определяли на газовом хроматографе Agilent Technologies 7890 GC System с квадрупольным масс-спектрометром 5975 С в качестве детектора (капиллярная колонка: длина 30 м; внутренний диаметр 0.25 мм; состав фазы: 5% дифенил, 95% диметил-силоксан). Условия хроматографирования: изотермический режим при 50 °С в течение трех минут, затем программированный подъем температуры со скоростью 4 °С в минуту до 270 °С с выдержкой при конечной температуре 30 мин; температура испарителя – 280 °С; температура ионизационной камеры – 170 °С, энергия ионизации – 70 эВ. Содержание компонентов вычисляли по площадям пиков. Идентификацию отдельных компонентов проводили сравнением времен удерживания и полных масс-спектров с соответствующими данными компонентов эталонных масел и чистых соединений, а также с использованием линейных индексов удерживания [20].

Для изучения антирадикальной активности (АРА) использовали реакцию компонентов эфирного масла со стабильным свободным 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил радикалом (ДФПГ) (Sigma-Aldrich, Германия), которая приводит к изменению полосы поглощения радикала при 517 нм [21]. Раствор ДФПГ: концентрация – 0.008% ($C = 1.7 \times 10^{-4}$ моль/л), 95% этанол (ультразвуковая ванна). Время реакции – 30 мин. Количественно величина АРА оценивалась в процентах ингибирования [22].

Определение антимикробной активности (АМА) эфирного масла и его фракций проводили диско-диффузионным методом. Применяли диски стерильные диаметром 6 мм (картон технический фильтровальный ГОСТ 6722-75, ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера). Диски пропитывали 20 мкл цельного эфирного масла или его фракции и помещали на поверхность засеянного культурой микроорганизма питательного агара (агар Мюллера-Хинтон) в чашках Петри. Все условия испытаний были выполнены в соответствии МУК 4.2.1890-04. Концентрация взвеси микроорганизмов – $1.5 \cdot 10^8$ КОЕ/мл, время инкубации – 24 ч, температура инкубации – 35 °С. Использовали следующие тест-культуры: *Staphylococcus aureus* (MSSA), *Staphylococcus aureus* (MRSA), *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*. АМА оценивали по величине диаметра зоны задержки роста тест-культур. Учитывалось среднее значение величин в трех повторностях.

Обсуждение результатов

Компонентный состав эфирного масла листьев мелиссы лекарственной широк. Всего на хроматограммах присутствуют от 70 до 90 пиков компонентов, концентрация которых выше 0.1% от суммы всех соединений. В таблице 1 приведены идентифицированные компоненты, содержание которых в масле и его фракциях было не менее 0.4%.

Следует отметить, что в цельном эфирном масле листьев и в его отдельных фракциях отсутствуют такие монотерпеноиды, как цитраль, цитронелаль, гераниол, которые известны своей антимикробной активностью [23], но присутствует большое количество сесквитерпеноидов.

Компонентный состав фракций эфирного масла листьев мелиссы различен. Первая фракция содержит существенное количество летучих компонентов: сумма изо-ментилацетата, транс-собреола и ацетата перрилового спирта составляет 25.5%. Во второй и третьей фракциях соответственно всего лишь 8.5 и 7.1% названных компонентов, в то же время количество высококипящих соединений, начиная с линейного индекса удерживания 1644 и далее, составляет 41.5 и 51.6% соответственно. В первой фракции высококипящих соединений – 15.8%. Три соединения встречаются во всех фракциях в заметных количествах: монотерпеноид изо-ментилацетат и сесквитерпеноиды δ -кадинен, кедроксид-11.

Изменяющийся компонентный состав фракций эфирного масла может заметно влиять на активность фракций – на величину АРА и АМА, как было показано ранее в случае эфирных масел некоторых дикорастущих растений [24]. Действительно, с изменением состава фракций меняется их АРА (рис. 1).

Для некоторых эфирных масел величина АРА отдельных фракций коррелирует с содержанием кислородсодержащих терпеноидов во фракции [25]. Для эфирного масла листьев мелиссы лекарственной также получена аналогичная зависимость: величина АРА (для аликвоты 50 мкл) коррелирует с содержанием кислородсодержащих терпеноидов, меньшее количество которых наблюдается во фракции 2 (рис. 2). Величина АРА самого цельного масла для этой же аликвоты составляет 80%. Коэффициент корреляции – 0.81.

Таблица 1. Компонентный состав фракций и цельного эфирного масла листьев мелиссы лекарственной

№ п/п	Линейный индекс удерживания	Компонент	Содержание компонента, %			
			Цельное масло	Фракция 1	Фракция 2	Фракция 3
1	987	6-метил-гепт-2-ен-2-он	1.9	2.1	1.4	1.0
2	1215	изо-дигидро-карвеол	2.6	1.9	1.5	1.0
3	1229	цис-пулегол	3.5	2.6	1.1	1.4
4	1287	борнилацетат	2.2	2.4	1.0	1.1
5	1309	изо-ментилацетат	8.8	13.3	6.6	4.2
6	1380	транс-собрелол	4.4	6.0	1.9	1.4
7	1437	ацетат перрилового спирта	6.2	6.2	–	1.5
8	1468	борнилбутанат	1.9	2.7	1.0	–
9	1485	цитронеллилизобутанат	0.6	–	–	1.5
10	1496	цис-кадина-1,4-диен	2.6	2.2	2.2	1.4
11	1502	вернальдегид	1.8	1.7	1.6	1.6
12	1507	гермакрен А	1.8	–	1.5	1.6
13	1527	δ-кадинен	20.6	29.3	26.6	19.4
14	1534	γ-бизаболен	1.0	1.3	1.0	1.0
15	1545	α-бизаболен	1.0	1.3	1.1	1.1
16	1551	гермакрен В	4.4	1.4	5.3	3.2
17	1553	элеомол	1.6	2.2	2.2	–
18	1610	β-оплопеннон	3.5	3.6	–	3.2
19	1625	10-эпи-γ-эвдесмол	4.8	1.4	–	3.0
20	1644	дуакол	3.0	2.5	1.5	1.6
21	1649	δ-кадинол	0.4	–	–	6.6
22	1682	кадина-4,10-диен-5β-ол	5.6	–	9.6	6.6
23	1710	кедроксид-11	13.0	11.0	21.6	12.6
24	1725	кариофилла-3,8-диен-5-β-ол аце- тат	3.8	–	3.0	3.3
25	1746	акоренолацетат	0.9	–	–	1.1
26	1756	β-кадинолформиат	1.8	1.7	3.0	2.2
27	1766	бензилбензоат	0.6	–	–	8.2
28	1785	эпи-α-бизабололформиат	0.4	–	–	3.8
29	1798	эпи-α-бизабололацетат	0.9	–	0.4	1.2
30	1845	гексагидрофарнезилацетат	3.2	0.6	2.4	4.4
ИТОГО идентифицировано			97.4	97.4	97.1	99.0
Кислородсодержащие соединения			60.7	59.7	57.8	72.5
Сесквитерпены			36.7	37.7	39.3	26.5

Антимикробную активность цельного эфирного масла и его фракций рассматривали в отношении штаммов пяти микроорганизмов: *Staphylococcus aureus* (MSSA), *Staphylococcus aureus* (MRSA), *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* и *Candida albicans* (табл. 2).

Цельное масло и все фракции вызвали полное ингибирование роста бактерий стафилококка золотистого, чувствительного к действию бета-лактамовых антибиотиков (MSSA). В то время как на штамм MRSA исследуемые образцы действовали по-разному. Наиболее выраженный антимикробный эффект проявила фракция 1, обогащенная легколетучими компонентами. Несколько меньшую активность проявило цельное масло, фракция 3 была мало активна, фракция 2 – неактивна совсем.

На рост грамотрицательных бактерий *Pseudomonas aeruginosa* и *Escherichia coli* фракции не оказывали ингибирующего действия. Цельное масло проявило малую активность и бактериостатическое действие в отношении *Pseudomonas aeruginosa* (диаметр зоны задержки роста штамма составил 8 мм), но отсутствие активности в отношении *Escherichia coli*.

Фунгицидное действие в отношении *Candida albicans* продемонстрировала фракция 1, полностью подавив рост дрожжевых грибов, в отличие от неактивных фракций 2 и 3. Цельное масло тоже проявило высокую противогрибковую активность, диаметр зоны задержки роста штамма – 21 мм. Стоит отметить, что разбавление цельного масла и фракции 1 спиртом этиловым 96% в два раза не изменило результат: фракция 1 полностью подавила рост штамма *Candida albicans*, для масла диаметр зоны задержки роста штамма составил 25 мм. Но, эти же, исследуемые разбавленные образцы существенно снизили свое ингибирующее действие в отношении штамма MSSA, показав в случае цельного масла диаметр зоны задержки роста штамма – 12 мм, в случае фракции 1 – 15 мм.

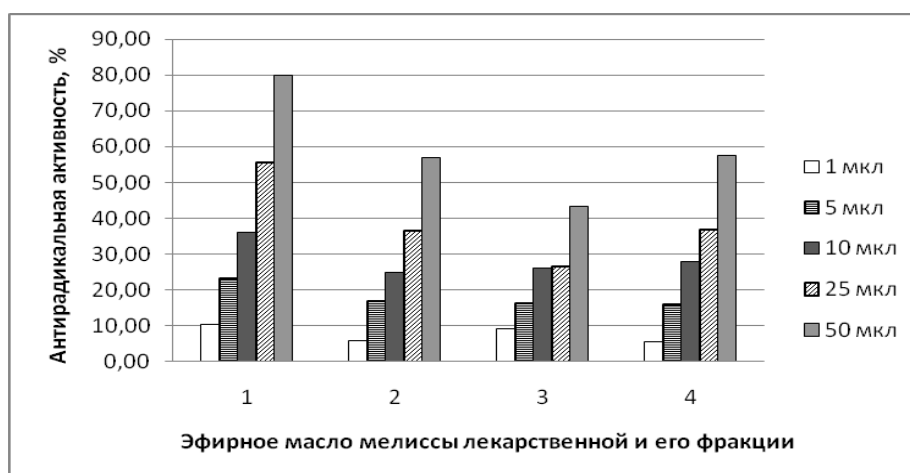


Рис. 1. Антирадикальная активность эфирного масла листьев мелиссы лекарственной и его фракций: 1 – целое масло; 2 – фракция 1; 3 – фракция 2; 4 – фракция 3

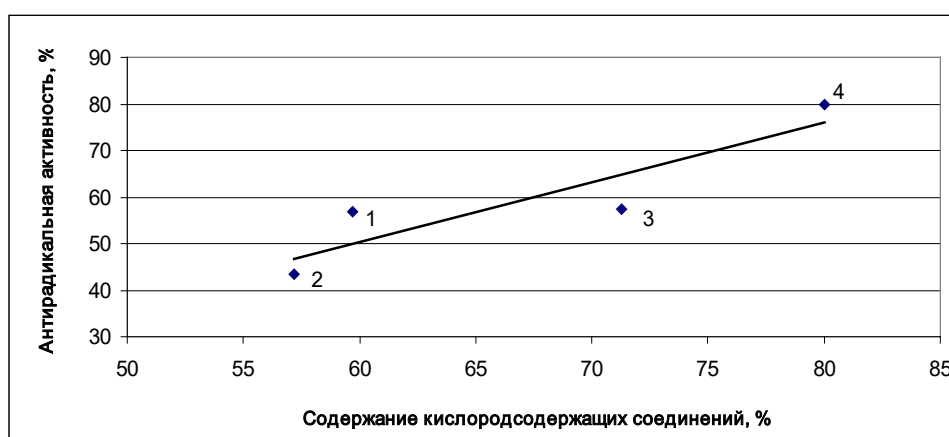


Рис. 2. Зависимость величины АРА целого эфирного масла листьев мелиссы лекарственной и его фракций от содержания кислородсодержащих соединений: 1 – фракция 1; 2 – фракция 2; 3 – фракция 3; 4 – целое масло

Таблица 2. Антимикробная активность эфирного масла листьев мелиссы лекарственной и его фракций

Тест-культура	Диаметр зоны задержки роста штаммов микроорганизмов, мм			
	Целое масло	Фракция 1	Фракция 2	Фракция 3
<i>Staphylococcus aureus</i> (MSSA)	полное подавление роста	полное подавление роста	полное подавление роста	полное подавление роста
<i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA)	10.7±0.23	13±0.19	0	7±0.42
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	8±0.14	0	0	0
<i>Escherichia coli</i>	0	0	0	0
<i>Candida albicans</i>	21±0.31	полное подавление роста	0	0

Выводы

Методом хромато-масс-спектрометрии установлен компонентный состав эфирного масла и его отдельных фракций листьев мелиссы лекарственной. Обнаружено, что эфирное масло содержит около 70% сесквитерпеновых соединений и не содержит такие монотерпеноиды, как цитраль, цитронелаль, гераниол.

С использованием модельной реакции эфирного масла с ДФПГ определены величины АРА цельного масла листьев мелиссы и его отдельных фракций, которые коррелируют с содержанием кислородсодержащих терпеноидов. Коэффициент корреляции равен 0.81. Величина АРА цельного масла 80%.

Установлено, что эфирное масло листьев мелиссы лекарственной и его фракции полностью подавляют рост *Staphylococcus aureus* (MSSA). Фракция 1 проявила фунгицидное действие в отношении *Candida albicans*, полностью подавив рост штамма, как в неразбавленном состоянии, так и разбавленная в соотношении 1 : 1 спиртом этиловым 96%.

Эфирное масло листьев мелиссы лекарственной, собранных до бутонизации растения, является перспективным для дальнейших исследований его биологической активности.

Финансирование

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Красноярского государственного медицинского университета имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого и Института космических технологий Федерального исследовательского центра Красноярского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Открытый доступ

Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы дадите соответствующие ссылки на автора(ов) и источник и предоставите ссылку на Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

1. Мингалев С.К., Абрамчук А.В. Культивируемые лекарственные растения. Ассортимент, свойства, технология возделывания. Екатеринбург, 2004. 292 с.
2. Пояркова Н.М., Сапарклычева С.Е., Чулкова В.В. Биологические и лекарственные особенности мелиссы лекарственной (*Melissa officinalis* L.) // Аграрное образование. 2020. №1. С. 10–14.
3. Алексеева А.В., Мазур Л.И., Куркин В.А. Мелисса лекарственная: перспективы использования в педиатрической практике // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. 2011. Т. 90, №1. С. 90–95.
4. Carvalho F., Duarte A.P., Ferreira S. Antimicrobial activity of *Melissa officinalis* and its potential use in food preservation // Food Bioscience. 2021. Vol. 44B. 101437. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101437>.
5. Ehsani A., Alizadeh O., Hashemi M., Afshari A., Aminzare M. Phytochemical, antioxidant and antibacterial properties of *Melissa officinalis* and *Dracocephalum moldavica* essential oils // Vet. Res. Forum. 2017. Vol. 8, no. 3. Pp. 223–229.
6. Yenikalayci A., Gunes M., Gul K. Cultivation Possibilities of Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.) in the Central Anatolia Region of Turkey // Journal of Agricultural Sciences. 2021. Vol. 5, no. 2. Pp. 313–319. <https://doi.org/10.46291/ISPECJASvol5iss2pp313-319>.
7. Kittler J., Krüger H., Lohwasser U., Ulrich D., Zeiger B., Schütze W., Böttcher C., Gudi G., Kästner U., Marthe F. Evaluation of 28 balm and lemon balm (*Melissa officinalis*) accessions for content and composition of essential oil and content of rosmarinic acid // Genet. Resour. Crop Evol. 2018. Vol. 65, no. 3. Pp. 745–757.
8. Дьякова Н.А., Коренская И.М., Костылева А.А., Сливкин А.И., Гапонов С.П. Изучение особенностей накопления эфирного масла в лекарственных растениях различных экологических условий произрастания // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2023. Т. 22, №2. С. 207–214. <https://doi.org/10.37903/vsgma.2023.2.28>.
9. Miraj S., Raffiean-Kopaei M., Kiani S. *Melissa officinalis* L: A Review Study With an Antioxidant Prospective // J. Evid. Based Complementary Altern. Med. 2017. Vol. 22, no. 3. Pp. 385–394. <https://doi.org/10.1177/2156587216663433>.
10. Petrisor G., Motelica L., Craciun L.N., Oprea O.C., Ficaï D., Ficaï A. *Melissa officinalis*: Composition, Pharmacological Effects and Derived Release Systems – A Review // Int. J. Mol. Sci. 2022. Vol. 23, no. 7. 3591. <https://doi.org/10.3390/ijms23073591>.
11. Nurzynska-Wierdak R., Bogucka-Kocka A., Szymczak G. Volatile Constituents of *Melissa officinalis* Leaves Determined by Plant Age // Nat. Prod. Commun. 2014. Vol. 9, no. 5. Pp. 703–706.
12. Ефремов А.А., Зыкова И.Д., Горбачев А.Е. Компонентный состав эфирного масла мелиссы лекарственной окрестностей Красноярска по данным хромато-масс-спектрометрии // Химия растительного сырья. 2015. №1. С. 77–81.
13. Souihi M., Amri I., Souissi A., Hosni K., Ben Brahim N., Annabi M. Essential oil and fatty acid composition of *Melissa officinalis* L. // Prog. Nutr. 2020. Vol. 22, no. 1. Pp. 253–258. <https://doi.org/10.23751/pn.v22i1.7758>.

14. Kittler J., Krüger H., Ulrich D., Zeiger B., Schütze W., Böttcher Ch., Krähmer A., Gudi G., Kästner U., Heuberger H., Marthe F. Content and composition of essential oil and content of rosmarinic acid in lemon balm and balm genotypes (*Melissa officinalis*) // Genet. Resour. Crop Evol. 2018. Vol. 65. Pp. 1517–1527. <https://doi.org/10.1007/s10722-018-0635-4>.
15. Nevkrytaya N.V., Pashtetsky V.S., Novikov I.A., Petrishina N.N., Mishnev A.V., Repetskaya A.I. Analysis of the selective value of promising *Melissa officinalis* L. subsp. *altissima* (Smith.) Arcang variety // Agronomy Research. 2020. Vol. 18, no. 1. Pp. 216–227. <https://doi.org/10.15159/AR.20.038>.
16. Turgut K., Tutuncu B., Ucar E., Ozyigit Y. The Chemical Composition of Essential Oils of *Melissa officinalis* subsp. *altissima* from Turkey // Journal of the Faculty of Agriculture. 2016. Vol. 11, no. 1. Pp. 141–145.
17. Radulescu M., Jianu C., Lukinich-Gruia A.T., Mioc M., Mioc A., Soica C., Stana L.G. Chemical Composition, *In Vitro* and *In Silico* Antioxidant Potential of *Melissa officinalis* subsp. *officinalis* Essential Oil // Antioxidants. 2021. Vol. 10. 1081. <https://doi.org/10.3390/antiox10071081>.
18. Pawson J. A literature review of the medicinal properties of lemonbalm // Herbal remedies for herbalism, forging and nature, herbalremediesfor. co. uk. 2006. Vol. 119, no. 12. Pp. 1005–1012.
19. Ефремов А.А. Метод исчерпывающей гидропародистилляции при получении эфирных масел дикорастущих растений // Успехи современного естествознания. 2013. №7. С. 88–94.
20. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. Новосибирск, 2008. 969 с.
21. Тринеева О.В. Методы определения антиоксидантной активности объектов растительного и синтетического происхождения в фармации (обзор) // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2017. №4. С. 180–197.
22. Mondal S., Hossain I., Islam Md.N. Determination of antioxidant potential of *Cucurbita pepo* Linn. (An edible herbs of Bangladesh) // J. Pharmacogn. Phytochem. 2017. Vol. 6, no. 5. Pp. 1016–1019.
23. Паштецкий В.С., Невкрытая Н.В. Использование эфирных масел в медицине, ароматерапии, ветеринарии и растениеводстве (обзор) // Таврический вестник аграрной науки. 2018. №1. С. 18–40. <https://doi.org/10.25637/TVAN2018.01.02>.
24. Ефремов А.А., Зыкова И.Д. Антирадикальная активность экстрактивных веществ тысячелистника обыкновенного Сибирского региона // Химия растительного сырья. 2021. №2. С. 129–135. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2021028888>.
25. Зыкова И.Д., Ефремов А.А. Антирадикальная активность эфирных масел лабазника вязолистного, зверобоя продырявленного и медуницы мягкой флоры Красноярского края // Химия растительного сырья. 2021. №3. С. 211–217. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2021039195>.

Поступила в редакцию 17 июня 2024 г.

После переработки 16 июля 2024 г.

Принята к публикации 4 сентября 2024 г.

Efremov A.A.^{1,2}, Saveleva E.E.¹, Bulgakova N.A.^{1}, Rukosueva T.V.¹, Volkova V.A.¹* COMPONENT COMPOSITION, ANTIRADICAL AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OIL OF LEMON BALM LEAVES

¹ Professor V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Partizana Zheleznyaka st., 1, Krasnoyarsk, 660022, Russia, bulgakovana@bk.ru

² Institute of Space Technologies, FRC KSC SB RAS, Akademgorodok, 50, Krasnoyarsk, 660036, Russia

The essential oil and its separate fractions were isolated from the lemon balm leaves collected before the plant budding using the method of exhaustive hydrosteam distillation. The component composition of the oil and fractions was determined using the method of chromatography-mass spectrometry. The essential oil mainly contains sesquiterpene compounds and does not contain such monoterpenoids as citral, citronellal, geraniol. The antiradical activity of the oil and fractions was assessed during the reaction with a stable free 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical. The values of the antiradical activity of the whole oil and its separate fractions correlate with the content of oxygen-containing terpenoids. The correlation coefficient is 0.81. The antimicrobial activity was studied using the disk diffusion method against strains of *Staphylococcus aureus* (MSSA), *Staphylococcus aureus* (MRSA), *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Candida albicans*. Whole essential oil of lemon balm leaves and its separate fractions completely inhibit the growth of *Staphylococcus aureus* (MSSA). Fraction 1, collected during the first hour, showed fungicidal activity against *Candida albicans*, completely inhibiting the growth of the strain, both undiluted and diluted in a 1 : 1 ratio with 96% ethyl alcohol. Essential oil of lemon balm leaves collected before the plant budding is promising for further studies of its biological activity.

Keywords: *Melissa officinalis* L., essential oil fractions, antiradical activity, antimicrobial activity.

For citing: Efremov A.A., Saveleva E.E., Bulgakova N.A., Rukosueva T.V., Volkova V.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2025, no. 1, pp. 188–196. (in Russ.). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250115329>.

* Corresponding author.

References

1. Mingalev S.K., Abramchuk A.V. *Kul'tiviruyemyye lekarstvennyye rasteniya. Assortiment, svoystva, tekhnologiya vozdeleyvaniya*. [Cultivated medicinal plants. Assortment, properties, cultivation technology]. Yekaterinburg, 2004, 292 p. (in Russ.).
2. Poyarkova N.M., Saparklycheva S.Ye., Chulkova V.V. *Agrarnoye obrazovaniye*, 2020, no. 1, pp. 10–14. (in Russ.).
3. Alekseyeva A.V., Mazur L.I., Kurkin V.A. *Pediatrica. Zhurnal im. G.N. Speranskogo*, 2011, vol. 90, no. 1, pp. 90–95. (in Russ.).
4. Carvalho F., Duarte A.P., Ferreira S. *Food Bioscience*, 2021, vol. 44B, 101437. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101437>.
5. Ehsani A., Alizadeh O., Hashemi M., Afshari A., Aminzare M. *Vet. Res. Forum.*, 2017, vol. 8, no. 3, pp. 223–229.
6. Yenikalayci A., Gunes M., Gul K. *Journal of Agricultural Sciences*, 2021, vol. 5, no. 2, pp. 313–319. <https://doi.org/10.46291/ISPECJASvol5iss2pp313-319>.
7. Kittler J., Krüger H., Lohwasser U., Ulrich D., Zeiger B., Schütze W., Böttcher C., Gudi G., Kästner U., Marthe F. *Genet. Resour. Crop Evol.*, 2018, vol. 65, no. 3, pp. 745–757.
8. D'yakova N.A., Korenskaya I.M., Kostyleva A.A., Slivkin A.I., Gaponov S.P. *Vestnik Smolenskoy gosudarstvennoy meditsinskoy akademii*, 2023, vol. 22, no. 2, pp. 207–214. <https://doi.org/10.37903/vsgma.2023.2.28>. (in Russ.).
9. Miraj S., Rafieian-Kopaei M., Kiani S. *J. Evid. Based Complementary Altern. Med.*, 2017, vol. 22, no. 3, pp. 385–394. <https://doi.org/10.1177/2156587216663433>.
10. Petrisor G., Motelica L., Craciun L.N., Oprea O.C., Fica D., Fica A. *Int. J. Mol. Sci.*, 2022, vol. 23, no. 7, 3591. <https://doi.org/10.3390/ijms23073591>.
11. Nurzynska-Wierdak R., Bogucka-Kocka A., Szymczak G. *Nat. Prod. Commun.*, 2014, vol. 9, no. 5, pp. 703–706.
12. Yefremov A.A., Zykova I.D., Gorbachev A.Ye. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2015, no. 1, pp. 77–81. (in Russ.).
13. Souihi M., Amri I., Souissi A., Hosni K., Ben Brahim N., Annabi M. *Prog. Nutr.*, 2020, vol. 22, no. 1, pp. 253–258. <https://doi.org/10.23751/pn.v22i1.7758>.
14. Kittler J., Krüger H., Ulrich D., Zeiger B., Schütze W., Böttcher Ch., Krämer A., Gudi G., Kästner U., Heuberger H., Marthe F. *Genet. Resour. Crop Evol.*, 2018, vol. 65, pp. 1517–1527. <https://doi.org/10.1007/s10722-018-0635-4>.
15. Nevkrytaya N.V., Pashtetsky V.S., Novikov I.A., Petrishina N.N., Mishnev A.V., Repetskaya A.I. *Agronomy Research*, 2020, vol. 18, no. 1, pp. 216–227. <https://doi.org/10.15159/AR.20.038>.
16. Turgut K., Tutuncu B., Ucar E., Ozyigit Y. *Journal of the Faculty of Agriculture*, 2016, vol. 11, no. 1, pp. 141–145.
17. Radulescu M., Jianu C., Lukinich-Gruia A.T., Mioc M., Mioc A., Soica C., Stana L.G. *Antioxidants*, 2021, vol. 10, 1081. <https://doi.org/10.3390/antiox10071081>.
18. Pawson J. *Herbal remedies for herbalism, forgeing and nature, herbalremediesfor. co. uk.*, 2006, vol. 119, no. 12, pp. 1005–1012.
19. Yefremov A.A. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya*, 2013, no. 7, pp. 88–94. (in Russ.).
20. Tkachev A.V. *Issledovaniye letuchikh veshchestv rasteniy*. [Study of plant volatiles]. Novosibirsk, 2008, 969 p. (in Russ.).
21. Trineyeva O.V. *Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv*, 2017, no. 4, pp. 180–197. (in Russ.).
22. Mondal S., Hossain I., Islam Md.N. *J. Pharmacogn. Phytochem.*, 2017, vol. 6, no. 5, pp. 1016–1019.
23. Pashtetskiy V.S., Nevkrytaya N.V. *Tavricheskiy vestnik agrarnoy nauki*, 2018, no. 1, pp. 18–40. <https://doi.org/10.25637/TVAN2018.01.02>. (in Russ.).
24. Yefremov A.A., Zykova I.D. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2021, no. 2, pp. 129–135. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2021028888>. (in Russ.).
25. Zykova I.D., Yefremov A.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2021, no. 3, pp. 211–217. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2021039195>. (in Russ.).

Received June 17, 2024

Revised July 16, 2024

Accepted September 4, 2024

Сведения об авторах

Ефремов Александр Алексеевич – доктор химических наук, профессор, научный сотрудник лаборатории фундаментальной и персонализированной фармации, заведующий отделом комплексной переработки растительного сырья, aefremov15@mail.ru

Савельева Елена Евгеньевна – кандидат фармацевтических наук, доцент, заведующая кафедрой фармации с курсом ПО, saveleva_ee@mail.ru

Булгакова Надежда Анатольевна – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры фармации с курсом ПО, bulgakovana@bk.ru

Рукосуева Татьяна Владимировна – кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии имени доцента Б.М. Зельмановича, ru-ta@inbox.ru

Волкова Вероника Артемовна – студент, verunya.volkova.02@mail.ru

Information about authors

Efremov Aleksandr Alekseevich – Doctor of Chemical Sciences, Professor, Researcher of the Laboratory of Fundamental and Personalized Pharmacy, Head of the Department of Complex Processing of Plant Raw Materials, aefremov15@mail.ru

Saveleva Elena Evgenievna – Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor, Head of the Pharmacy Department with a PO course, saveleva_ee@mail.ru

Bulgakova Nadezhda Anatolyevna – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Pharmacy Department with a PO course, bulgakovana@bk.ru

Rukosueva Tatyana Vladimirovna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Microbiology Department named after Associate Professor B.M. Zelmanovich, ru-ta@inbox.ru

Volkova Veronika Artemovna – student, verunya.volkova.02@mail.ru