



Влияние эфирного масла чабера горного на рост культур условно-патогенных микроорганизмов

Постникова О.Н.¹, Шевкопляс Л.А.¹, Куевда Т.А.², Сатаева Т.П.^{1✉},
Кирсанова М.А.¹, Логадырь Т.А.¹

¹Медицинская академия имени С.И. Георгиевского Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского, Симферополь, Россия;

²Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь, Россия

Аннотация

Введение. Эфирные масла содержат противомикробные компоненты, которые высокоактивны против широкого спектра микроорганизмов. Эфирные масла являются натуральными, экологически безопасными, низкотоксичными веществами, к ним не формируется резистентность микроорганизмов, они обладают минимальным перечнем побочных эффектов.

Целью исследований было изучение влияния эфирного масла чабера горного (*Satureja montana* L.) — МЧГ, растущего в Крыму, на рост культур условно-патогенных микроорганизмов.

Материалы и методы. Кратковременное действие МЧГ на рост референтных штаммов микроорганизмов исследовали в соответствии с Европейским стандартом определения скорости инактивации микроорганизмов исследуемым веществом (1997). Для изучения длительного воздействия МЧГ на клинические изоляты *Staphylococcus aureus* использовали метод разведений в жидкой среде с последующим измерением оптической плотности нарастания биомассы суспензионной культуры. Исследовали также влияние МЧГ на образование биоплёнок клиническими изолятами *S. aureus*.

Результаты. Цельное МЧГ и его разведения 1 : 10 и 1 : 100 при кратковременном действии (10–60 мин) полностью подавляли рост референтных штаммов условно-патогенных бактерий; рост референтного штамма *Candida albicans* ССМ 885 ингибировался только цельным МЧГ и разведением 1 : 10, а разведение МЧГ 1 : 100 оказывало бактериостатический эффект. Разведения МЧГ 1 : 100 и 1 : 1000 оказывали выраженное антибактериальное действие на суспензионную культуру клинических изолятов *S. aureus*. МЧГ подавляло образование биоплёнок 11 изолятами *S. aureus*.

Заключение. МЧГ проявляет выраженное антимикробное действие в отношении референтных штаммов *S. aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922 и грибов *C. albicans* ССМ 885. Антибактериальное действие МЧГ на клинические изоляты *S. aureus* позволяет предлагать его в качестве компонента комбинированных препаратов для лечения инфекций, вызванных антибиотикоустойчивыми штаммами стафилококка.

Ключевые слова: эфирное масло чабера, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, биоплёнки, антимикробное действие

Этическое утверждение. Исследование проводилось при добровольном информированном согласии пациентов. Протокол исследования одобрен Комитетом по этике Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского» (протокол № 12 от 14.12.2021).

Источник финансирования. Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, программа «Приоритет-2030» № 075-15-2021-1323.

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

Для цитирования: Постникова О.Н., Шевкопляс Л.А., Куевда Т.А., Сатаева Т.П., Кирсанова М.А., Логадырь Т.А. Влияние эфирного масла чабера горного на рост культур условно-патогенных микроорганизмов. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 2022;99(6):701–707.
DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-262>

Original article
<https://doi.org/10.36233/0372-9311-262>

Effect of the essential oil of *Satureja montana* L. on the growth of cultures of conditionally pathogenic microorganisms

Olga N. Postnikova¹, Ludmila A. Shevkoplyas¹, Tatyana A. Kuevda²,
Tatiana P. Sataeva^{1✉}, Marina A. Kirsanova¹, Tatyana A. Logadyr¹

¹S.I. Georgievsky Medical Academy, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia

²Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol, Russia

Abstract

Introduction. Essential oils contain antimicrobial components that are highly active against a wide range of microorganisms. Essential oils are natural, environmentally safe, low-toxic substances with a minimal list of side effects; no antimicrobial resistance is formed to them.

The aim of the research was to study the influence of the essential oil of *Satureja montana* L., growing in the Crimea, on the growth of cultures of opportunistic microorganisms.

Materials and methods. The short-term effect of savory oil on the growth of reference strains of microorganisms was studied in accordance with the European Standard for determining the rate of inactivation of microorganisms by the test substance (1997). To study the long-term effect of savory oil on clinical isolates of *Staphylococcus aureus*, we used the method of dilutions in a liquid medium, followed by measurement of the optical density of growth of the suspension culture biomass. The effect of savory oil on the formation of biofilms by clinical isolates of *S. aureus* was also studied.

Results. Whole savory oil and its dilutions of 1 : 10 and 1 : 100 with short-term action (10–60 min) completely suppressed the growth of reference strains of bacteria; growth of the reference strain *Candida albicans* CCM 885 was inhibited only by whole oil and a 1 : 10 dilution, while a 1 : 100 dilution had a bacteriostatic effect. Dilutions of essential oil 1 : 100 and 1 : 1000 had a pronounced antibacterial effect on the suspension culture of clinical isolates of *S. aureus*. Savory oil also inhibited biofilm formation by 11 isolates *S. aureus*.

Conclusion. The essential oil of *Satureja montana* L. exhibits a pronounced antimicrobial effect against reference strains of *S. aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922 and fungi *C. albicans* CCM 885. The antibacterial effect of this essential oil on clinical isolates of *S. aureus* allows us to offer it as a component of combined preparations for the treatment of infections caused by antibiotic-resistant strains of staphylococcus.

Key words: essential oil of *Satureja montana* L., *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, biofilms, antimicrobial activity

Ethics approval. The study was conducted with the informed consent of the patients. The research protocol was approved by the Ethics Committee of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University (protocol No. 12, December 14, 2021).

Funding source. The study was financially supported by the Ministry and Higher Education of the Russian Federation, program "Priority-2030" No. 075-15-2021-1323.

Conflict of interest. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Postnikova O.N., Shevkoplyas L.A., Kuevda T.A., Sataeva T.P., Kirsanova M.A., Logadyr T.A. Effect of the essential oil of *Satureja montana* L. on the growth of cultures of conditionally pathogenic microorganisms. *Journal of microbiology, epidemiology and immunobiology = Zhurnal mikrobiologii, èpidemiologii i immunobiologii*. 2022;99(6):701–707. DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-262>

Введение

Современные антимикробные препараты могут вызывать различные побочные эффекты при длительном применении, что ограничивает их использование в медицине. К тому же устойчивость микроорганизмов к синтетическим химиопрепаратам постоянно возрастает [1, 2].

Лекарственные травы и эфирные масла издавна служили в народной медицине для лечения и профилактики различных заболеваний, в том числе инфекционных, в пищевой промышленности, парфюмерии, мыловарении и т.д. [3].

Медицина является важным потребителем эфирных масел [4]. В Регистр лекарственных

средств РФ включены около 40 препаратов отечественного производства, содержащих эфирные масла и их компоненты. В основном это средства антисептического, противовоспалительного и ранозаживляющего действия [5, 6]. На протяжении многих лет изучались антимикробные свойства эфирных масел мяты, чабера, орегано, корицы, чайного дерева, гвоздики, эвкалипта и др. Доказано, что мишенями действия компонентов масел являются внутренние структуры микробной клетки [7].

Эфирные масла содержат противомикробные компоненты, которые высокоактивны против широкого спектра микроорганизмов, включая некоторые вирусы, микоплазмы и простейшие [8]. Эфирные

масла являются натуральными, экологически безопасными, низкотоксичными веществами, к ним не формируется резистентность микроорганизмов, они обладают минимальным перечнем побочных эффектов [9].

Крым является регионом, в котором традиционно возделываются эфиромасличные и лекарственные растения, поэтому возможно использовать данный потенциал для разработки новых отечественных антимикробных препаратов для лечения и профилактики инфекционных заболеваний [8, 10].

Чабер горный (*Satureja montana* L.) используют в кулинарии как пряность и консервант, в косметологии — как очищающее и успокаивающее средство для кожи, а также как средство против алопеции; он оказывает спазмолитическое, болеутоляющее, мочегонное, антидепрессивное, антиоксидантное и ряд других воздействий на организм человека и животных, что нашло применение в медицине и ветеринарии. В состав растения входят карвакрол, цимин, тимол, пинены, лимонен, цинеол, борнеол, терпинеол и ряд минорных компонентов, таких как р-кариофиллен, геранилацетат и др. — всего более 19 веществ, а также витамины А, В₁, В₆, РР, комплекс макро- и микроэлементов. Природные горечи и фитонциды чабера уничтожают патогенные микроорганизмы, а также плесневые грибы и гельминты. При этом эфирное масло чабера горного (МЧГ) обладает гораздо меньшими побочными эффектами, чем противогрибковые препараты группы полиенов: в 6,5 раза менее токсично, чем натриевая соль нистатина, и в 12,9 раза — чем амфотерицин В [8].

Целью исследования было изучение влияния эфирного МЧГ на рост культур условно-патогенных микроорганизмов.

Материалы и методы

Эфирное МЧГ (урожай 2019 г.) получали методом исчерпывающей гидропародистилляции из воздушно-сухого сырья [11]. Результаты хромато-масс-спектрометрического анализа показали, что в образцах МЧГ содержатся карвакрол (49,88%), пара-цимен (15,76%), γ -терпинен (15,28%), α -пинен (2,52%), α -терпинен (2,07%) и тимол (0,23%).

Изучение антимикробной активности МЧГ проводили на референтных штаммах *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922 и дрожжеподобных грибах *Candida albicans* ССМ 885 из коллекции живых культур кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии Медицинской академии им. С.И. Георгиевского. Для ряда экспериментов также использовали 9 клинических изолятов *S. aureus*, выделенных из зева давших добровольное информированное согласие пациентов Городской больницы г. Симферополя № 7 с различ-

ной ЛОР-патологией (690, 701, 713, 718, 720, 752, 760, 762, 766), и 2 изолята *S. aureus*, выделенные из морской воды вблизи стока городской канализации г. Судак (М1 и М3).

Протокол исследования одобрен Комитетом по этике Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского» (протокол № 12 от 14.12.2021).

Кратковременное действие МЧГ на рост референтных штаммов микроорганизмов исследовали в соответствии с Европейским стандартом определения скорости инактивации микроорганизмов исследуемым веществом [12]. Использовали цельное МЧГ, а также его водные эмульсии в соотношении объёмов (v/v) масло : вода — 1 : 10 и 1 : 100. В контрольных вариантах культуры инкубировали в стерильной дистиллированной воде, в вариантах опыта микроорганизмы вносили в соответствующие разбавления МЧГ. Во всех образцах использовали суспензию суточных культур плотностью 10 ед. мутности для бактерий и 20 ед. мутности для грибов по стандарту Государственного научно-исследовательского института стандартизации и контроля медицинских биологических препаратов им. Л.А. Тарасевича. Пробы перемешивали на лабораторном встряхивателе со скоростью 150 об/мин в течение 10–60 мин. Через 10 мин и 1 ч из контрольного и опытных образцов производили посев на мясопептонный агар для бактерий и среду Сабуро для грибов по методу Голда [13]. Результат учитывали через 24 ч роста в термостате при 37°C.

Для изучения длительного воздействия МЧГ на клинические изоляты *S. aureus* бактерии культивировали в 96-луночном планшете. Из суточных культур бактерий готовили суспензии плотностью 10 ед. мутности по стандарту ГИСК им. Л.А. Тарасевича. Объём инокулята составлял 20 мкл. Исследовали антибактериальное действие разведений МЧГ 1 : 100 и 1 : 1000 (v/v) в ростовой среде. Контролем служили образцы с культурами без добавления МЧГ. В начале опыта, а затем через каждый час в течение 24 ч роста при 37°C измеряли оптическую плотность суспензий бактерий при длине волны 540 нм с помощью прибора «Multiscan». Оптическая плотность среды при 540 нм составляла 0,267. Подавление роста стафилококков в опытных образцах сравнивали с контрольными, разницу выражали в процентах. Через 24 ч из образцов суспензионных культур производили посев на мясо-пептонный и желточно-солевой агары в чашки Петри для оценки характера подавления роста бактерий МЧГ. Бактерицидным действием считали отсутствие роста бактерий на среде, бактериостатическим — наличие колоний.

Влияние МЧГ на образование биоплёнок клиническими изолятами *S. aureus* исследовали в 96-луночном планшете по методу [14]. Использовали разведение МЧГ в среде (v/v) 1 : 10. Плотность биоплёнок оценивали через 24 ч при 620 нм по ин-

тенсивности окраски экстрагированного этанолом генцианвиолета, связанного бактериями биоплёнки.

Статистическую обработку результатов исследования проводили, вычисляя среднее арифметическое значение (M) из 8 повторений, ошибку среднего арифметического значения (m), и представляли в виде $M \pm m$. После проведения проверки вариационных рядов на нормальность распределения согласно критерию Шапиро–Уилка различия между контрольными и опытными значениями оптической плотности оценивали при помощи критерия Стьюдента, достоверными считали результаты при $p \leq 0,05$.

Результаты

Результаты кратковременного (10–60 мин) действия цельного МЧГ, а также его разведений 1 : 10 и 1 : 100 на рост *S. aureus* ATCC 25923, *E. coli* ATCC 25922 и дрожжеподобных грибов *C. albicans* ССМ 885 представлены в **табл. 1**.

Как показали проведённые исследования, цельное МЧГ, а также его разведения 1 : 10 и 1 : 100 при кратковременном действии (10–60 мин) полностью подавляли рост референтных штаммов условно-патогенных бактерий; рост штамма *C. albicans* ССМ 885 ингибировался цельным МЧГ и его разведением 1 : 10, а разведение МЧГ 1 : 100 оказывало бактериостатический эффект, снижая количество микроорганизмов в 100 раз.

Результаты длительного (24 ч) действия разведения 1 : 100 МЧГ на суспензионные культуры клинических изолятов *S. aureus* представлены в **табл. 2**.

Показатели оптической плотности культур клинических изолятов и референтного штамма *S. aureus* в среде с добавлением разведения МЧГ в разведении 1 : 100 незначительно отличались от плотности среды без бактерий (0,267), варьируя от 0,293 до 0,357, в то время как значения плотности при росте тех же культур без МЧГ составляли 0,610–0,901, в зависимости от изолята бактерий. При разведении МЧГ 1 : 1000 показатели роста были схожи с таковыми при разведении 1 : 100. В целом ингибирование роста составляло более 50%. Таким образом, разведения МЧГ 1 : 100 и 1 : 1000 оказывали выраженное антибактериальное действие на культуры золотистого стафилококка, степень кото-

рого зависела от изолята бактерий. Для определения характера действия МЧГ после 24 ч культивирования производили высеивание суспензионной культуры на мясо-пептонный и желточно-солевой агары. Рост колоний бактерий наблюдался у референтного штамма *S. aureus* ATCC 25923 и изолятов 701, 720, 752, 760, 762, 766, что говорит о бактериостатическом действии эфирного МЧГ на эти культуры. Рост бактерий отсутствовал у изолятов 713, 718, 690, что свидетельствует о бактерицидном эффекте.

Важным показателем антимикробного действия веществ является их способность влиять на биоплёнокообразование микроорганизмов. Воздействие МЧГ в разведении 1 : 10 на способность бактерий образовывать биоплёнки изучали у клинических изолятов, а также у 2 культур *S. aureus*, выделенных из морской воды вблизи стока городской канализации. Восемь из 9 клинических изолятов и 2 культуры из морской воды были устойчивы к полусинтетическому бета-лактаму антибиотику амоксициллину. Три изолята продемонстрировали устойчивость к 14- и 15-членным макролидам и офлоксацину, 5 культур были умеренно устойчивы к макролидам. Три изолята (752, 762 и 760) были одновременно устойчивыми к препаратам из разных групп (амоксициллину, офлоксацину, макролидам). Оба изолята *S. aureus*, выделенные из моря вблизи стока городской канализации, были устойчивыми к макролидам и амоксициллину, М1 обладал также резистентностью к гентамицину. Все выделенные культуры относились к фенотипу MSSA. Контролем служил вариант с добавлением масла в среду, без бактерий. Результаты представлены в **табл. 3**.

Плотность биоплёнок стафилококков при добавлении МЧГ в разведении 1 : 10 незначительно превышала значение 0,111 в образце среды без бактерий: показатель оптической плотности колебался от 0,156 (изолят 752) до 0,207 (изолят М3). Значения оптической плотности при добавлении МЧГ к культурам стафилококка у всех 11 изолятов было в 2–4 раза меньше, чем в соответствующем контрольном образце. Для большинства изолятов ингибирование роста составляло более 50% от контроля, у культур 690, М1 и М3 оно было примерно 75%. Следовательно, МЧГ подавляло образование

Таблица 1. Число КОЕ/мл культур условно-патогенных микроорганизмов при кратковременном воздействии МЧГ и его разведений

Table 1. The number of CFU/ml of cultures of conditionally pathogenic microorganisms with short-term exposure to savory essential oil and its dilutions

Время воздействия, мин Exposure time, min	<i>S. aureus</i> ATCC 25923, КОЕ/мл CFU/ml				<i>E. coli</i> ATCC 25922, КОЕ/мл CFU/ml				<i>C. albicans</i> ССМ 885, КОЕ/мл CFU/ml			
	контроль control	1 : 1	1 : 10	1 : 100	контроль control	1 : 1	1 : 10	1 : 100	контроль control	1 : 1	1 : 10	1 : 100
10	10 ⁵	0	0	0	10 ⁵	0	0	0	10 ⁵	0	0	10 ³
60	10 ⁴	0	0	0	10 ⁵	0	0	0	5 × 10 ⁴	0	0	10 ³

Таблица 2. Оптическая плотность биомассы суспензионных культур *S. aureus* при воздействии разведения МЧГ 1 : 100 ($\lambda = 540$ нм)

Table 2. Optical density of biomass suspension cultures *S. aureus* exposed to a 1:100 dilution of savory essential oil ($\lambda = 540$ nm)

Разведение МЧГ Savory oil dilution	Оптическая плотность среды Optical density of medium	Оптическая плотность культур <i>S. aureus</i> * Optical density of <i>S. aureus</i> cultures*									
		ATCC 25923	690	701	713	718	720	752	760	762	766
Контроль Control	0,267	0,610 ± 0,017	0,780 ± 0,020	0,657 ± 0,016	0,770 ± 0,020	0,762 ± 0,022	0,634 ± 0,024	0,862 ± 0,032	0,901 ± 0,024	0,869 ± 0,022	0,783 ± 0,021
1 : 100		0,293 ± 0,013*	0,309 ± 0,012*	0,299 ± 0,012*	0,301 ± 0,011*	0,302 ± 0,012*	0,313 ± 0,014*	0,316 ± 0,015*	0,345 ± 0,012*	0,345 ± 0,014*	0,357 ± 0,013*
% к контролю % to control	–	48,0 ± 4,0	39,6 ± 2,5	45,5 ± 3,0	39,1 ± 2,5	39,6 ± 2,8	49,4 ± 4,1	36,7 ± 3,1	38,3 ± 2,4	39,7 ± 2,6	45,6 ± 3,0
1 : 1000	0,267	0,291 ± 0,013*	0,305 ± 0,016*	0,301 ± 0,015*	0,306 ± 0,017*	0,304 ± 0,014*	0,316 ± 0,017*	0,326 ± 0,015*	0,335 ± 0,016*	0,339 ± 0,020*	0,362 ± 0,018*
% к контролю % to control	–	48,0 ± 3,7	39,1 ± 3,0	45,8 ± 3,5	39,7 ± 3,3	39,9 ± 3,0	49,8 ± 5,0	37,8 ± 3,0	37,2 ± 2,8	39,0 ± 3,3	46,2 ± 3,7
Рост на среде Growth on medium	–	+	–	+	–	–	+	+	+	+	+

Примечание. * $p \leq 0,05$ по сравнению с контролем.
Note. * $p \leq 0.05$ compared to the control.

Таблица 3. Оптическая плотность биоплёнок культур *S. aureus* при воздействии разведения МЧГ 1 : 10 ($\lambda = 620$ нм)

Table 3. Optical density of biofilms of *S. aureus* cultures exposed to dilution of savory essential oil 1 : 10 ($\lambda = 620$ nm)

Оптическая плотность среды Optical density of medium	Плотность биоплёнок культур <i>S. aureus</i> <i>S. aureus</i> biofilm density										
	690	701	713	718	720	752	760	762	766	M1	M3
Контроль Control	0,732 ± 0,018	0,412 ± 0,016	0,532 ± 0,017	0,381 ± 0,014	0,393 ± 0,014	0,365 ± 0,014	0,435 ± 0,015	0,443 ± 0,015	0,434 ± 0,015	0,768 ± 0,019	0,814 ± 0,018
МЧГ Savory oil	0,161 ± 0,011*	0,180 ± 0,012*	0,206 ± 0,012*	0,205 ± 0,013*	0,191 ± 0,012*	0,156 ± 0,011*	0,184 ± 0,012*	0,190 ± 0,013*	0,189 ± 0,014*	0,205 ± 0,014*	0,207 ± 0,014*
% к контролю % to control	22,0 ± 2,60	43,7 ± 2,81	38,7 ± 3,50	53,8 ± 4,14	48,6 ± 3,59	42,7 ± 2,94	42,3 ± 2,69	42,9 ± 3,08	43,5 ± 3,16	26,7 ± 2,63	25,4 ± 2,14

Примечание. * $p \leq 0,05$ по сравнению с контролем.
Note. * $p \leq 0.05$ compared to the control.

биоплёнок 9 клиническими изолятами *S. aureus* и 2 культурами, выделенными из морской воды.

Обсуждение

При изучении кратковременного действия МЧГ оказывало бактерицидное действие на рост референтных штаммов *E. coli* ATCC 25922 и *S. aureus* ATCC 2592. Рост референтного штамма *C. albicans* ССМ 885 ингибировался только цельным МЧГ и разведением 1 : 10, а МЧГ в разведении 1 : 100 оказывало бактериостатический эффект.

Эти результаты коррелируют с данными других авторов, в исследованиях которых добавление эфирного масла чабера садового вдвое усиливало бактериостатический и бактерицидный эффекты 40% этанола по отношению к *E. coli* [15]. В ряде других исследований показано, что фракция МЧГ обладает мощным фунгицидным действием в отношении грибов *C. albicans*, *C. tropicalis*, *Aspergillus*

fumigatus, *A. niger*, *Penicillium* sp., *Acremonium falciforme*, выделенных от больных с хроническими инфекционно-воспалительными заболеваниями [8].

Одним из направлений решения проблемы устойчивости клинических штаммов золотистого стафилококка к химиопрепаратам является использование натуральных веществ растительного происхождения, в том числе эфирных масел [16, 17]. Наши исследования показали, что МЧГ в разведениях 1 : 100 и 1 : 1000 оказывает бактериостатический эффект в отношении 70% культур золотистого стафилококка (7 изолятов) и бактерицидный эффект в отношении 30% (3 изолята). При исследованиях свойств эфирных масел растений, принадлежавших к тому же семейству, что и чабер, — душицы и тимьяна, также был выявлен антибактериальный эффект по отношению к клиническим изолятам *S. aureus* [18].

Важным критерием антимикробного действия различных веществ является не только подавление

роста суспензионных культур микроорганизмов, но и воздействие на способность микроорганизма образовывать биоплёнки. В нашем исследовании МЧГ подавляло образование биоплёнки ряда изолятов *S. aureus*, снижая плотность образования биоплёнки в вариантах с добавлением МЧГ по отношению к контролю в 2–4 раза в зависимости от культуры. Эти результаты коррелируют с данными других авторов, в исследованиях которых показано ингибирование образования биоплёнок клиническими штаммами *S. aureus* под воздействием эфирных масел душицы обыкновенной, тимьяна обыкновенного и тимьяна даенского (семейство Яснотковые) [8, 19]. Эфирное масло душицы обыкновенной и тимьяна даенского, как и МЧГ, содержат карвакрол — фенольное соединение, обладающее высокой антибактериальной активностью. Кроме того, чабер горный, как и некоторые другие представители семейства Яснотковых (душица, тимьян), содержит тимол и терпинен [19].

Заклучение

Эфирное масло чабера горного (*Satureja montana* L.) проявляет выраженное антимикробное действие в отношении референтных штаммов бактерий *S. aureus* ATCC 25923, *E. coli* ATCC 25922 и грибов *C. albicans* ССМ 885, что делает перспективным дальнейшие исследования данного растительного продукта. Антибактериальное действие МЧГ на клинические изоляты *S. aureus* позволяет предлагать его в качестве компонента комбинированных препаратов для лечения инфекций, вызванных антибиотикоустойчивыми штаммами стафилококка.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Егоров А.М., Сазыкин Ю.О. Микроэволюция патогена во время инфекционного процесса. *Антибиотики и химиотерапия*. 2000; (1): 3–5.
2. Fisher B. Epidemiology of Mycobacterial resistance (especially *Mycobacterium tuberculosis*). *Chemotherapy*. 1999; 45(2): 109–20. <https://doi.org/10.1159/000007172>
3. Ju J., Xie Y., Guo Y., Cheng Y., Qian H., Yao W. Application of edible coating with essential oil in food preservation. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2018; 59(15): 2467–80. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1456402>
4. Аюпова Р.Б., Сакипова З.Б., Дильбарханов Р.Д. Эфирные масла: достижения и перспективы, современные тенденции изучения и применения. *Вестник Казахского Национального медицинского университета*. 2013; 5(3): 74–8.
5. Тихомиров А.А. Принципы использования эфирных масел для медицинских целей. *Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада*. 2014; 139: 116–26.
6. Man A., Santacrose L., Jacob R., Mare A., Man L. Antimicrobial activity of six essential oils against a group of human pathogens: A comparative study. *Pathogens*. 2019; 8(1): 15. <https://doi.org/10.3390/pathogens8010015>
7. Carneiro V.A., Melo R.S., Pereira A.M.G., Azevedo A.M.A., Matos M.N.C. et al. Essential oils as an innovative approach against biofilm of multidrug-resistant *Staphylococcus aureus*. 2020. Available at: <https://www.intechopen.com/chapters/71796>

8. Паштецкий В.С., Невкрытая Н.В. Использование эфирных масел в медицине, ароматерапии, ветеринарии, растениеводстве. *Таврический вестник аграрной науки*. 2018; (1): 16–38. <https://doi.org/10.25637/TVAN2018.01.02>
9. Шестопалова Н.Н., Тимошенко Е.Ю., Казакова В.С., Сорокопудов В.Н., Сорокопудова О.А. Электронная база данных по эфиромасличным растениям и эфирным маслам на их основе, применяемым в ароматерапии. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация*. 2012; (10-3): 65–8.
10. Паштецкий В.С., Невкрытая Н.В., Мишнев А.В. История, современное состояние и перспективы развития эфиромасличной отрасли. *Аграрный вестник Урала*. 2017; (11): 7.
11. Ефремов А.А. Метод исчерпывающей гидропародистиляции при получении эфирных масел дикорастущих растений. *Успехи современного естествознания*. 2013; (7): 88–94.
12. European Committee for Standardization. *Chemical and anti-septics. Basic Bacterial Activity: Test Methods and Requirements (phase I). European Standard EN 1040*. Brussels: European Committee for Standardization; 1997.
13. Gould J.C. Quantity and quality in the diagnosis of urinary tract infections. *Br. J. Urol.* 1965; 37: 7–12. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410x.1965.tb09567.x>
14. O'Toole G.A., Kaplan H.B., Kolter R. Biofilm formation as microbial development. *Annu. Rev. Microbiol.* 2000; 54: 49–79. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.54.1.49>
15. Kotyuk L.A. Antimicrobial activity of ethanol extract of *Satureja hortensis* L. towards pathogenic microbial strains. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelniyskiy Melitopol State Pedagogical University*. 2014; 4(3): 109–24. <https://doi.org/10.7905/bbmspu.v4i3.898> (in Ukrainian)
16. Уткина Т.М., Потехина Л.П., Выльшева И.В., Карташова О.Л. Влияние эфирных масел полыни на рост и персистентные свойства стафилококков. *Современные проблемы науки и образования*. 2012; (6): 548.
17. Edwards-Jones V., Buck R., Shawcross S.G., Dawson M.M., Dunn K. The effect of essential oils on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* using a dressing model. *Burns*. 2004; 30(8): 771–7. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2004.06.006>
18. Xiao S., Cui P., Shi W., Zhang Y. Identification of essential oils with activity against stationary phase *Staphylococcus aureus*. *BMC Complement Med. Ther.* 2020; 20(1): 99. <https://doi.org/10.1186/s12906-020-02898-4>
19. Vázquez-Sánchez D., Cabo M.L., Rodríguez-Herrera J.J. Antimicrobial activity of essential oils against *Staphylococcus aureus* biofilms. *Food Sci. Technol. Int.* 2015; 21(8): 559–70. <https://doi.org/10.1177/1082013214553996>

REFERENCES

1. Egorov A.M., Sazykin Yu.O. Microevolution is pathogenic during the infectious process. *Antibiotiki i khimioterapiya*. 2000; (1): 3–5. (in Russian)
2. Fisher B. Epidemiology of Mycobacterial resistance (especially *Mycobacterium tuberculosis*). *Chemotherapy*. 1999; 45(2): 109–20. <https://doi.org/10.1159/000007172>
3. Ju J., Xie Y., Guo Y., Cheng Y., Qian H., Yao W. Application of edible coating with essential oil in food preservation. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2018; 59(15): 2467–80. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1456402>
4. Ayupova R.B., Sakipova Z.B., Dil'barkhanov R.D. Essential oils plants and essential oils: progress and perspectives, modern tendencies of research and application. *Vestnik Kazakhskogo Natsional'nogo meditsinskogo universiteta*. 2013; 5(3): 74–8. (in Russian)
5. Tikhomirov A.A. Principles of essential oils use with the medicinal purposes. a literature review. *Sbornik nauchnykh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*. 2014; 139: 116–26. (in Russian)

6. Man A., Santacroce L., Jacob R., Mare A., Man L. Antimicrobial activity of six essential oils against a group of human pathogens: A comparative study. *Pathogens*. 2019; 8(1): 15. <https://doi.org/10.3390/pathogens8010015>
7. Carneiro V.A., Melo R.S., Pereira A.M.G., Azevedo A.M.A., Matos M.N.C. et al. Essential oils as an innovative approach against biofilm of multidrug-resistant *Staphylococcus aureus*. 2020. Available at: <https://www.intechopen.com/chapters/71796>
8. Pashetskiy V.S., Nevkrytaya N.V. Use of essential oils in medicine, aromatherapy, veterinary and crop production (review). *Tavrisheskiy vestnik agrarnoy nauki*. 2018; (1): 16–38. <https://doi.org/10.25637/TVAN2018.01.02> (in Russian)
9. Shestopalova N.N., Timoshenko E.Yu., Kazakova V.S., Sorokopudov V.N., Sorokopudova O.A. Electronic database of essential oil plants and essential oils based on them used in aromatherapy. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Meditsina. Farmatsiya*. 2012; (10-3): 65–8. (in Russian)
10. Pashetskiy V.S., Nevkrytaya N.V., Mishnev A.V. History, current state and development prospects of the essential oil industry. *Agrarnyy vestnik Urala*. 2017; (11): 7. (in Russian)
11. Efremov A.A. The method of comprehensive hydro-steam distillation in obtaining essential oils of wild plants. *Uspekhi sovremennoy estestvoznaniya*. 2013; (7): 88–94. (in Russian)
12. European Committee for Standardization. *Chemical and antiseptics. Basic Bacterial Activity: Test Methods and Requirements (phase 1). European Standard EN 1040*. Brussels: European Committee for Standardization; 1997.
13. Gould J.C. Quantity and quality in the diagnosis of urinary tract infections. *Br. J. Urol*. 1965; 37: 7–12. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410x.1965.tb09567.x>
14. O'Toole G.A., Kaplan H.B., Koller R. Biofilm formation as microbial development. *Annu. Rev. Microbiol*. 2000; 54: 49–79. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.54.1.49>
15. Kotyuk L.A. Antimicrobial activity of ethanol extract of *Satureja hortensis* L. towards pathogenic microbial strains. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University*. 2014; 4(3): 109–24. <https://doi.org/10.7905/bbmspu.v4i3.898> (in Ukrainian)
16. Utkina T.M., Potekhina L.P., Vylysheva I.V., Kartashova O.L. Influence of essential oils of wormwood on growth and persistence properties of *Staphylococcus* sp. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. 2012; (6): 548. (in Russian)
17. Edwards-Jones V., Buck R., Shawcross S.G., Dawson M.M., Dunn K. The effect of essential oils on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* using a dressing model. *Burns*. 2004; 30(8): 771–7. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2004.06.006>
18. Xiao S., Cui P., Shi W., Zhang Y. Identification of essential oils with activity against stationary phase *Staphylococcus aureus*. *BMC Complement Med. Ther*. 2020; 20(1): 99. <https://doi.org/10.1186/s12906-020-02898-4>
19. Vázquez-Sánchez D., Cabo M.L., Rodríguez-Herrera J.J. Antimicrobial activity of essential oils against *Staphylococcus aureus* biofilms. *Food Sci. Technol. Int*. 2015; 21(8): 559–70. <https://doi.org/10.1177/1082013214553996>

Информация об авторах

Постникова Ольга Николаевна — старший преподаватель каф. микробиологии, вирусологии и иммунологии Медицинской академии им. С.И. Георгиевского КФУ им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-2113-4107>

Шевкопляс Людмила Александровна — ассистент каф. микробиологии, вирусологии и иммунологии Медицинской академии им. С.И. Георгиевского КФУ им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-1166-4585>

Кувейда Татьяна Алексеевна — м.н.с. отд. полевых культур НИИ сельского хозяйства Крыма, Симферополь, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-0055-8605>

Сатаева Татьяна Павловна — д.м.н., зав. каф. микробиологии, вирусологии и иммунологии Медицинской академии им. С.И. Георгиевского КФУ им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия, tanzcool@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6451-7285>

Кирсанова Марина Александровна — к.б.н., доц. каф. микробиологии, вирусологии и иммунологии Медицинской академии им. С.И. Георгиевского КФУ им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-5559-005>

Логадыр Татьяна Алексеевна — к.м.н., доц. каф. микробиологии, вирусологии и иммунологии Медицинской академии им. С.И. Георгиевского КФУ им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-2470-5374>

Участие авторов. Все авторы внесли существенный вклад в проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию до публикации.

Статья поступила в редакцию 12.07.2022;
принята к публикации 01.11.2022;
опубликована 30.12.2022

Information about the authors

Olga N. Postnikova — senior lecturer, Department of microbiology, virology and immunology, S.I. Georgievsky Medical Academy, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-2113-4107>

Ludmila A. Shevkoptyas — assistant, Department of microbiology, virology and immunology, S.I. Georgievsky Medical Academy, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-1166-4585>

Tatyana A. Kuevda — junior researcher, Department of field crop, Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-0055-8605>

Tatiana P. Sataeva — D. Sci. (Med.), Head, Department of microbiology, virology and immunology, S.I. Georgievsky Medical Academy, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia, tanzcool@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6451-7285>

Marina A. Kirsanova — Cand. Sci. (Biol.), Associate Professor, Department of microbiology, virology and immunology, S.I. Georgievsky Medical Academy, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-5559-005>

Tatyana A. Logadyr — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Department of microbiology, virology and immunology, S.I. Georgievsky Medical Academy, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-2470-5374>

Author contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published.

The article was submitted 12.07.2022;
accepted for publication 01.11.2022;
published 30.12.2022