

КОМПЛЕКСНЫЙ ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ *MURRAYA KOENIGII* (L.) SPRENG *IN VITRO*

Ашвак Т. Карим ✉

Фармацевтический колледж, Университет Ти-Кар, Ти-Кар, Ирак

Эволюция вызываемых бактериями с множественной лекарственной устойчивостью заболеваний обуславливает потребность в новых противомикробных препаратах на основе растительного сырья. Листья карри (*Murraya koenigii* L. Spreng.) часто используют в традиционной медицине, однако необходимо подтвердить их фармакологическое действие и эффективность экстракции. Цель исследования: провести качественное фитохимическое профилирование и физико-химическую стандартизацию порошка листьев карри с применением систем с водой, этанолом и метанолом в качестве растворителей. МПК измеряли методом микроразведений, чтобы определить наличие антибактериальной активности в отношении панели клинически значимых патогенов. Для микробиологического анализа использовали диско-диффузионный метод. Для оценки статистических различий после однофакторного дисперсионного анализа использовали апостериорный тест Тьюки. При проведении физико-химического анализа установлены содержание золы общей $15,4\% \pm 0,3\%$ (по массе) и низкое содержание влаги, составившее $4,2\% \pm 0,3\%$ (по массе). Выявлены биологически активные вторичные метаболиты, в том числе танины, алкалоиды и флавоноиды, наличие которых подтверждено при проведении фитохимического скрининга. Применение спиртовых растворителей продемонстрировало большую эффективность экстракции по сравнению с водой. Этанольный экстракт показал высокую антибактериальную активность в отношении *Proteus mirabilis* (21,0 мм) и *Staphylococcus aureus* (21,0 мм) в экспериментах с применением диско-диффузионного метода, а водный экстракт продемонстрировал полное отсутствие активности ($0,0; p < 0,001$). У *Bacillus* sp. и *Streptococcus mutans* были самые низкие значения МПК при применении этанольного экстракта (0,156 мг/мл). Полученные результаты подтверждают возможность разработки *M. koenigii* как природного лекарственного средства путем определения фармакогностических маркеров качества растения и демонстрации факта, что его этанольный экстракт содержит чрезвычайно мощные антибактериальные вещества, особенно эффективные против клинических изолятов грамположительных бактерий.

Ключевые слова: *Murraya koenigii*, антибактериальная активность, фармакогностическая стандартизация, фитохимический скрининг, минимальное ингибирование

✉ **Для корреспонденции:** Ашвак Т. Карим
Университет Ти-Кар, Ти-Кар, Ирак; ashwaq.t.kareem@utq.edu.iq

Статья получена: 18.07.2026 **Статья принята к печати:** 20.08.2026 **Опубликована онлайн:** 31.08.2026

DOI: 10.24075/vrgmu.2026.047

Авторские права: © 2026 принадлежат авторам. **Лицензиат:** РНИМУ им. Н. И. Пирогова. Статья размещена в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

INTEGRATIVE PHARMACOGNOSTICAL PROFILING & *IN VITRO* ANTIBACTERIAL ACTIVITY ASSESSMENT OF *MURRAYA KOENIGII* (L.) SPRENG

Ashwaq T. Kareem ✉

Department of Pharmacognosy, College of Pharmacy, Thi-Qar University, Thi-Qar, Iraq

The evolution of multi drug-resistant bacterial diseases enforces the need for new botanical anti-microbiological drugs. Curry leaf (*Murraya koenigii* L. Spreng) is often used in traditional medicine; however the pharmacognosic effects and extraction efficiency need to be affirmed meticulously. The study aimed at qualitative phytochemical profiling and physicochemical standardization of *M. koenigii* leaf powder by aqueous, ethanolic and methanolic solvent systems, conducted for the first time. MICs were measured by microdilution to determine antibacterial activities against a panel of clinically relevant pathogens; the disc diffusion method was used for microbiological analysis. Tukey's post-hoc test was used after one-way ANOVA to examine statistical differences. Physicochemical examination showed a total ash value of $15.4\% \pm 0.3\%$ w/w and a low moisture content of $4.2\% \pm 0.3\%$ w/w. We detected bioactive secondary metabolites, including as tannins, alkaloids, and, flavonoids were validated by phytochemical screening, with alcoholic solvents showing higher extraction yields than water. The ethanolic extract showed strong antibacterial activity against *Proteus mirabilis* (21.0 mm) and *Staphylococcus aureus* (21.0 mm) in disc diffusion experiments, but the aqueous extract was totally inactive ($0.0, p < 0.001$). *Bacillus* sp. and *Streptococcus mutans* showed the lowest MIC values for the ethanolic extract (0.156 mg/mL). These results validate *M. koenigii*'s potential development as a natural therapeutic agent by establishing pharmacognostic quality markers for the plant and showing that its ethanolic extract contains extremely powerful antibacterial agents, especially effective against Gram-positive clinical isolates.

Keywords: *Murraya koenigii*, antibacterial activity, pharmacognosic standardization, phytochemical screening, minimal inhibition

✉ **Correspondence should be addressed:** Ashwaq T. Kareem
Thi-Qar University, Thi-Qar, Iraq; ashwaq.t.kareem@utq.edu.iq

Received: 18.07.2026 **Accepted:** 20.08.2026 **Published online:** 31.08.2026

DOI: 10.24075/brsmu.2026.047

Copyright: © 2026 by the authors. **Licensee:** Pirogov University. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Микроорганизмы с множественной лекарственной устойчивостью (МЛУ) распространяются все шире, в связи с чем мировое бремя бактериальных инфекций увеличивается. Растущая лекарственная устойчивость бактерий подчеркивает необходимость совершенствования эпидемиологического надзора и разработки новых

методов лечения, поскольку она представляет собой серьезную проблему для здравоохранения во всем мире [1].

Натуральные продукты, изготовленные из растений, показали свою эффективность в решении этой проблемы. По сравнению с синтетическими препаратами, воздействующими на одну мишень, лекарственные

растения имеют обширный запас разнообразных по своей структуре биологически активных веществ с множеством механизмов действия, способных снизить риск развития лекарственной устойчивости. Лекарственные средства на основе растительных компонентов особенно популярны в развивающихся странах, где почти 80% населения получают первичную медицинскую помощь в виде традиционных натуральных растительных препаратов [2].

Murraya koenigii (L.) Spreng. — произрастающее в тропиках и субтропиках дерево из семейства Rutaceae, которое является аборигенным видом для Азии, прежде всего для Индии и Шри-Ланки [3]. Обычно называемое деревом карри или «карри-патта», это вечнозеленое дерево выращивают ради его ароматных листьев, которые представляют собой важнейший ингредиент южно-азиатской кухни. Помимо использования в кулинарии *M. koenigii* широко известна как традиционное средство для лечения многих заболеваний, применяемое в таких системах, как Аюрведа и Унани [4]. Листья традиционно принимали внутрь в качестве тонизирующего, желудочного, ветрогонного, противоглистного средства, при кожных высыпаниях и рвоте [5].

Потенциальные фармакологические свойства *M. koenigii* обусловлены его богатым фитохимическим профилем. Среди многочисленных вырабатываемых этим растением вторичных метаболитов можно выделить карбазоловые алкалоиды, терпеноиды, флавоноиды, эфирные масла и полифенолы [6]. Кенигин, маханамбин и мурраянин относятся к классу алкалоидов с карбазольным скелетом. Именно это в их составе обуславливает разнообразную биологическую активность, в том числе антиоксидантные, антибактериальные и противораковые свойства [7].

Недавние научные исследования подтвердили многие традиционные представления. Исследования продемонстрировали выраженные противовоспалительные, антибактериальные, антиоксидантные, противодиабетические и цитотоксические свойства *M. koenigii*, подтвердили многие «бабушкины сказки». Было установлено, что *M. koenigii* обладает выраженными противовоспалительными, антибактериальными, антиоксидантными, противодиабетическими и цитотоксическими свойствами [8]. Кроме того, растение оказалось перспективным с точки зрения лечения биопленочных инфекций [9]. Биопленки представляют собой ключевой фактор развития значимых хронических заболеваний, вызываемых устойчивыми к антибиотикам бактериями. Для обеспечения гарантии подлинности, качества и степени очистки лекарственных средств на основе растительного сырья необходима фармакогностическая стандартизация [10].

Согласно заявлению ВОЗ, определение фармакогностических параметров, таких как макроскопические и микроскопические признаки, физико-химические константы и фитохимические профили, важно для оценки качества лекарственных растений [11]. Листья *M. koenigii* по-прежнему остаются недостаточно изученными. Предметом более ранних фармакогностических исследований были побеги и корни [12, 13].

То же самое относится и к содержанию эфирных масел в *M. koenigii*, которое стало предметом многочисленных исследований, продемонстрировавших значительные различия в зависимости от географического происхождения растения. β -Кариофиллен (от 16,6 до 26,6%) и α -гумулен (от 15,2 до 26,7%) — это два основных летучих метаболита, обнаруженных в образцах из Малайзии

[13]. Анализ газовой фазы показал, что β -кариофиллен составлял 27,4%, а α -пинен — 37,5%. Это соединения, которые чаще всего обнаруживали в ходе предыдущих исследований [14]. Линалоол (32,83%), элеомол (7,44%), геранилацетат (6,18%) и мирцен (6,12%) были основными компонентами эфирного масла из южной Индии [15]. Нашей целью было всесторонне проанализировать листья *Murraya koenigii*, применив комплексный подход к оценке антибактериальной активности: определить МПК и эффективность в отношении клинически значимых бактериальных патогенов *in vitro*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Определение и сбор растительного сырья

Листья *Murraya koenigii* были собраны в ботаническом саду Сулемании (г. Сулеймания, Ирак) в апреле 2025 г. и высушены в тени. Растительный материал идентифицировал и определял специалист по систематике растений согласно описанному ранее методу [16]. Высушенные листья измельчали до частиц размером 250–500 мкм. Экстракцию выполняли, используя 70%-й этиловый спирт (соотношение сырья и растворителя 1 : 10 (масса/объем)), методом мацерации в течение 24 ч при комнатной температуре. Затем экстракты фильтровали и концентрировали посредством выпаривания [14].

Фармакогностический анализ

Физико-химические параметры

Физико-химическому анализу подвергали измельченные в порошок листья — в соответствии с рекомендациями ВОЗ по контролю качества лекарственных средств на основе растительного сырья. Выполняли следующее: визуальный осмотр на наличие примесей органического происхождения и отделение ненужного; определение содержания влаги (потери при сушке) посредством высушивания при 105 °C до постоянной массы [11].

Содержание нерастворимой в кислоте, водорастворимой и общей золы измеряли посредством сжигания при 450 °C в муфельной печи [10].

Скрининг на наличие фитохимических соединений

Для обнаружения сапонинов, дубильных веществ, стероидов, терпеноидов, флавоноидов, сердечных гликозидов, алкалоидов, смол, аминокислот и других вторичных метаболитов водный экстракт и экстракты, полученные с помощью других растворителей, подвергали качественному фитохимическому скринингу с применением стандартных методов [17].

Оценка антибактериального действия

Штаммы бактерий

Панель грамположительных и грамотрицательных бактерий, предоставленную кафедрой микробиологии университета Ти-Кар, использовали для оценки антибактериального действия в отношении *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi*, *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumonia*, *Proteus mirabilis* и *Enterobacter aerogenes*.

Таблица 1. Физико-химические параметры листьев *M. koenigii*

Параметр	Значение (% по массе)
Содержание примесей органического происхождения	< 1%
Содержание влаги	4,2 ± 0,3
Содержание золы общей	15,4 ± 0,3
Содержание золы, нерастворимой в кислоте	4,7 ± 0,2

Диско-диффузионный метод

Сначала метод диффузии [18] в агар использовали для скрининга экстрактов на наличие антибактериального действия. В чашках Петри, заполненных средой Мюллера–Хинтона с равномерно нанесенной на нее взвесью бактерий, выращивали ночные культуры бактерий, которые приводили в соответствие со стандартом мутности Макфарланда 0,5. На покрытую бактериями поверхность агара наносили диски с разным количеством анализируемых образцов. В качестве положительного контроля использовали стандартные диски с антибиотиком. Диаметр зоны подавления роста в миллиметрах определяли после инкубирования чашек Петри в течение 24 ч при 37 °C [19, 20]. Для вычислений использовали средние арифметические для трех повторений.

Определение МПК

Для расчета МПК экстрактов использовали метод серийного микроразведения (двукратного) в бульоне. Анализируемые образцы последовательно разводили в два раза в лунках 96-луночного планшета. В каждую лунку добавляли бактериальную суспензию (около 1×10^2 КОЕ/мл). Планшеты инкубировали в течение целых суток при 37 °C. Минимальную концентрацию, при которой отсутствовал видимый рост бактерий, определяли как минимальную подавляющую концентрацию (МПК) [21].

Статистический анализ

Каждый эксперимент проводили в трех повторениях, результаты представляли как среднее арифметическое ± стандартное отклонение (SD). Для статистической обработки использовали однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) и апостериорный тест Тьюки для множественных сравнений. Статистическую значимость определяли как $p < 0,05$. В каждой таблице представлены примененные статистические критерии [2, 19].

Таблица 2. Фитохимические соединения, обнаруженные в экстрактах листьев *M. koenigii*

Классы фитохимических соединений	Водный экстракт	Метанольный экстракт	Этанольный экстракт
Танины	+	+	+
Сапонины	+	+	+
Стероиды	+	+	+
Терпеноиды	+	+	+
Сердечные гликозиды	+	+	+
Флавоноиды	+	+	+
Алкалоиды	+	+	+
Смолы	–	+	+
Аминокислоты	+	+	+

Примечание: + — обнаружены, – — не обнаружены

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Физико-химические параметры

В табл. 1 представлены установленные физико-химические свойства измельченных в порошок листьев. Лекарственный препарат не содержал каких-либо иных частей растения, плесени, насекомых или других примесей животного происхождения, поскольку содержание примесей органического происхождения было менее 1% (по массе). Влажность образцов высушенных листьев составляла примерно 4,2% (по массе). Влажность препарата способствует росту часто встречающихся бактерий и плесени, а неправильная сушка приводит к ферментативному расщеплению активных ингредиентов. Таким образом, низкое содержание влаги в образцах свидетельствует о том, что листья были правильно высушены, чтобы их было проще хранить.

Установленное содержание золы общей было около 15,4% (по массе). Низкое содержание золы позволяет предположить низкое содержание неорганических веществ в растительном препарате. Исходное лекарственное сырье было в меньшей степени загрязнено неорганическими примесями, такими как песок или почва, о чем свидетельствует содержание нерастворимой в кислоте золы, составляющее примерно 4,7% (по массе).

Скрининг на наличие фитохимических соединений

При проведении качественного скрининга на наличие фитохимических соединений в водном экстракте и экстрактах, полученных с помощью других растворителей, обнаружены биологически активные вещества нескольких типов (табл. 2). Для качественного анализа использовали стандартные методы фитохимического анализа. В результатах представлены средние арифметические трех отдельных экспериментов.

Согласно результатам фитохимического анализа, в водном экстракте листьев обнаружены танины, сапонины,

Таблица 3. Зоны подавления роста тестовых бактерий для этанольного и водного экстрактов листьев *Murraya koenigii*

Тестовый организм	Этанольный экстракт (мм)	Водный экстракт (мм)	Положительный контроль гентамицин 10 мкг (мм)	F	p
<i>Staphylococcus aureus</i>	21	0	20	881,25	< 0,001
<i>Escherichia coli</i>	14	0	16	456	< 0,001
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	17	0	19	625,33	< 0,001
<i>Salmonella typhi</i>	16	0	18	522	< 0,001
<i>Bacillus subtilis</i>	20	0	20	600	< 0,001
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	13	0	17	433,5	< 0,001
<i>Proteus mirabilis</i>	21	0	23	738	< 0,001
<i>Enterobacter aerogenes</i>	14	0	20	526	< 0,001

стероиды, терпеноиды и сердечные гликозиды. Более полный профиль, в котором дополнительно присутствуют смолы, получен для метанольного экстракта листьев.

Антибактериальная активность

Результаты исследования с применением диско-диффузионного метода

В табл. 3 и на рисунке представлена антибактериальная активность этанольного и водного экстрактов листьев *Murraya koenigii* в отношении клинически значимых бактериальных инфекций. Зоны подавления роста представлены в виде средних значений и стандартных отклонений. Для водного экстракта установлено отсутствие активности (0,0 мм) в отношении какого-либо тестового организма, этанольный экстракт продемонстрировал выраженный антибактериальный эффект в отношении всех тестовых организмов — диаметр зоны подавления роста варьировал между 13 мм для *Klebsiella pneumoniae* и 21 мм для *Staphylococcus aureus* и *Proteus mirabilis*. Разброс значений критерия Фишера (F) был от 881,25 (*S. aureus*) до 433,50 (*K. pneumoniae*), что показало наличие значимых различий между исследованными группами для всех использованных штаммов бактерий.

Выявлена сравнимая с положительным контролем активность в отношении *B. subtilis* (20 мм/20 мм) и *S. aureus* (21 мм/20 мм). При этом обнаружено значительно более слабое действие против грамотрицательных организмов, таких как *K. pneumoniae*, *E. coli*, *S. typhi*, *P. aeruginosa*, *P. mirabilis* и *E. aerogenes* ($p < 0,05$).

Значения МПК экстрактов для различных тестовых патогенов представлены в табл. 4. Для *Bacillus sp.* и *S. mutans* показана самая высокая активность этанольного экстракта — МПК для обоих штаммов составила 0,156 мг/мл. Более высокие значения МПК (0,625 мг/мл) установлены для *S. typhi*, *E. coli* и *S. aureus*, при этом водный экстракт оказался совершенно неэффективным.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Исследованные нами физико-химические факторы представляют собой надежные маркеры для выявления фальсификации смесей для изготовления лекарственных препаратов и подтверждения стабильности качества от партии к партии. Согласно полученным результатам, содержание примесей органического происхождения составило < 1% (по массе), т. е. препарат не содержит загрязнений в виде плесени, насекомых, других компонентов животного происхождения или других



Рис. Различные зоны подавления роста для водного и этанольного экстрактов, а также положительного контроля

Таблица 4. Значения МПК экстрактов *M. koenigii* для тестовых патогенов

Тестовый организм	Этанольный экстракт	Водный экстракт
<i>S. mutans</i>	0,156	–
<i>S. aureus</i>	0,625	–
<i>E. coli</i>	0,625	–
<i>Salmonella typhi</i>	0,625	–
<i>Salmonella</i> sp.	0,312	–
<i>Bacillus</i> sp.	0,156	–

частей растения [11]. Это важнейший критерий качества, поскольку использование посторонних ингредиентов может отрицательно повлиять на эффективность и безопасность растительного препарата.

Установленное нами содержание влаги в 4% (по массе) имеет решающее значение для стабильности растительного лекарственного средства. Высокое содержание влаги может способствовать появлению плесени и бактерий, а также разрушению активных веществ. Низкое содержание влаги в наших образцах показывает, что они были высушены должным образом, чтобы сделать возможным хранение и сохранить биологически активные компоненты [11].

Содержание золы общей (15,4% по массе) говорит о содержании минеральных веществ в препарате. Адекватное содержание золы свидетельствует о невысоком содержании неорганических веществ в продукте, что является хорошим признаком. Содержание золы, нерастворимой в кислоте (4,8% по массе), говорит о незначительном загрязнении сырья песком или почвой [10].

Эти фармакогностические переменные согласуются с результатами проведенных в разных регионах исследований. В ходе исследования, проведенного в Гуджарате, установлено, что содержание влаги составило $1,12\% \pm 0,03\%$ (по массе) и $1,31\% \pm 0,12\%$ (по массе), содержание золы, нерастворимой в кислоте, — $0,59\% \pm 0,01\%$ (по массе) и $0,20\% \pm 0,02\%$ (по массе), а содержание золы общей — $15,66\% \pm 0,32\%$ (по массе) (Ананд) и $12,29\% \pm 0,08\%$ (по массе) [12]. Небольшие различия, которые могут быть обусловлены географическими факторами, составом почвы и методами ведения сельского хозяйства, подчеркивают необходимость региональных фармакогностических критериев.

В более ранних исследованиях скрининг на наличие фитохимических соединений использовали для идентификации различных биологически активных веществ [17]. Эти вещества, известные своими противомикробными свойствами, вносят свой вклад в общую антибактериальную активность растения.

Танины обладают выраженным бактерицидным эффектом. Из-за способности связываться с белками и останавливать процесс формирования клеточной стенки бактерий танины представляют собой полифенольные соединения, обладающие бактериостатическими и бактерицидными свойствами. Согласно результатам многочисленных исследований, они могут препятствовать образованию биопленок, образуя комплексы с бактериальными адгезинами [22]. Благодаря амфифильным свойствам сапонины могут вызывать лизис клеток и нарушать целостность клеточных мембран бактерий [23]. Стероиды и терпеноиды хорошо известны благодаря активности в отношении клеточных мембран и способности ингибировать бактериальные ферменты [24].

Результаты нашего и других исследований показали, что благодаря антибактериальной активности экстракты

M. koenigii демонстрируют значимую эффективность против ряда терапевтически значимых патогенов, среди которых как грамположительные, так и грамотрицательные бактерии [2, 25, 26]. Качественный фитохимический скрининг экстрактов листьев *Murraya koenigii* показал, что смолы присутствовали только в экстрактах, полученных с помощью органических растворителей, а сапонины, танины, терпеноиды, стероиды, флавоноиды, сердечные гликозиды, аминокислоты и алкалоиды — во всех трех экстрактах (водном, метанольном и этанольном). Данный набор различных групп фитохимических соединений согласуется с данными более ранних исследований *M. koenigii*, в ходе которых были идентифицированы терпеноиды, танины, флавоноиды и карбазольные алкалоиды как уникальные компоненты этого лекарственного растения [27].

Полное отсутствие смол в водном экстракте и их присутствие как в метанольном, так и в этанольном экстракте демонстрируют более высокую эффективность экстракции неполярных биологически активных соединений при применении органических растворителей, подтвердив мнение, что метанол и этанол являются лучшими растворителями для экстракции широкого спектра вторичных метаболитов, чем вода [28]. Как и в более ранних исследованиях, в ходе этой работы были проанализированы фитохимический профиль и антибактериальная активность экстрактов листьев *Murraya koenigii* (карри). Фитохимический анализ выявил в этанольном экстракте следующие биологически активные компоненты: флавоноиды, алкалоиды, фенолы, стероиды, терпеноиды, гликозиды, танины и сапонины. Обнаружено высокое содержание алкалоидов по сравнению с другими лекарственными растениями [27], что согласуется с полученным нами профилем.

Диско-диффузионный метод и определение МПК использовали для оценки антибактериальной активности и эффективности против восьми видов бактерий. Этанольный экстракт продемонстрировал разную антибактериальную активность — диаметр зоны подавления роста варьировал от 21,0 до 13,0 мм. Примечательно, что ни на одну из тестовых бактерий не подействовал водный экстракт. Это может быть связано со слабой способностью воды поглощать неполярные биологически активные вещества, обладающие антибактериальным потенциалом, такие как терпеноиды, карбазоловые алкалоиды и флавоноиды.

Эффективность этанольного экстракта против инфекций, вызываемых грамположительными бактериями, установлена на основании факта, что его эффективность против *Bacillus subtilis* и *S. aureus* эквивалентна результатам, полученным для положительного контроля. Результаты, полученные ранее [27], согласуются с результатами нашего исследования. Толстый слой пептидогликана в клеточных стенках грамположительных бактерий, который способствует проникновению веществ,

в отличие от дополнительного барьера проницаемости в виде внешней мембраны у грамотрицательных бактерий, объясняет обнаруженную разницу в чувствительности. Грамположительные бактерии более восприимчивы.

Экстракт растения показал эффективность в отношении бактерии *Pseudomonas aeruginosa* (диаметр зоны подавления роста 17,0 мм), представляющую собой частую причину внутрибольничных инфекций вследствие устойчивости к антибиотикам и образования биопленок. Это одна из клинически сложных бактерий, в отношении которой использованный экстракт продемонстрировал выраженный эффект. В одном из подробных обзоров 2024 г. упомянуто наличие умеренной активности в отношении *S. typhi* и *E. coli* [29]. Помимо этого, активность в отношении *P. mirabilis* и *Enterobacter aerogenes* указывает, что экстракт потенциально может иметь широкий спектр действия, и это подтверждает предыдущие выводы о том, что экстракты, полученные с помощью органических растворителей, превосходят водные экстракты [29].

Выявлено выраженное действие против *Bacillus* sp. и *Streptococcus mutans* (МПК = 0,156 мг/мл), при этом действие против *S. mutans* особенно примечательно ввиду вклада этой бактерии в развитие кариеса. Более высокие значения МПК установлены для таких грамотрицательных и грамположительных бактерий, как *E. coli*, *S. typhi* и *S. aureus*

(0,625 мг/мл), что согласуется с результатами предыдущих исследований. Целесообразность традиционного использования листьев карри при желудочно-кишечных проблемах подтверждается МПК, установленной для *Salmonella* sp. (0,312 мг/мл).

ВЫВОДЫ

Антибактериальное действие обусловлено сочетанием многочисленных фитохимических веществ, таких как терпеноиды, алкалоиды, танины и флавоноиды, которые нарушают целостность клеточных мембран бактерий и работу ферментов. Исследование подтвердило целесообразность традиционного использования *M. koenigii*, эффективно установив фармакогностические стандарты для растения и показав, что его этанольный экстракт демонстрирует выраженный антибактериальный эффект, эквивалентный эффекту других антибиотиков, и действует на широкий спектр бактерий. Несмотря на необходимость дальнейших исследований *in vivo* и клинических исследований, полученные результаты подтверждают целесообразность разработки натуральных антибактериальных препаратов на основе *M. koenigii* и подчеркивают преимущества использования этанола в качестве растворителя для экстракции.

Литература

1. El-Shiekh RA, et al. Anticholinesterases activity of *Murraya koenigii* (L.) Spreng. and *Murraya paniculata* (L.) Jacq. essential oils with GC/MS analysis and molecular docking. *Natural Product Research*. 2024; 38 (12): 2155–9.
2. Anika A, Kaur S. Phytochemical screening of hydroethanolic *Murraya koenigii* Spreng leaves extract by spectroscopic methods. *Journal of Drug Research in Ayurvedic Sciences*. 2024; 9 (4): 273–85.
3. Maheswari KU, Sankar S. In silico molecular docking of phytochemicals of *Murraya koenigii* against *Streptococcus mutans*. *Cureus*. 2024; 16 (2).
4. Savitha G, Balamurugan S. Pharmacognostical and antibacterial evaluation of *Murraya koenigii* (L) Spreng. *International Letters of Natural Sciences*. 2014; 17.
5. Nagappan T, Ramasamy P, Vairappan CS. Chemotaxonomical markers in essential oil of *Murraya koenigii*. *Natural Product Communications*. 2012; 7 (10): 1934578X1200701034.
6. Verma RS, et al. Phytochemical diversity of *Murraya koenigii* (L.) Spreng. from western Himalaya. *Chemistry & Biodiversity*. 2013; 10 (4): 628–41.
7. Patil N, et al. Pharmacognostical, Preliminary phytochemical screening and Antibacterial activity of methanol Extract of *Murraya koenigii*. *PharmaTutor*. 2019; 7 (2): 18–20.
8. Rajendran MP, Pallaiyan BB, Selvaraj N. Chemical composition, antibacterial and antioxidant profile of essential oil from *Murraya koenigii* (L.) leaves. *Avicenna journal of phytomedicine*. 2014; 4 (3): 200.
9. Chibueze IJ, Emenike I. *Murraya koenigii* — a boon in different pathological conditions. *Universal Journal of Pharmaceutical Research*. 2016.
10. Organization WH. Quality control methods for herbal materials. 2011: World Health Organization.
11. Sindhu RK, Arora S. Phytochemical and Pharmacognostical Studies on *Murraya koenigii* (L) spreng. *Roots. Drug Invention Today*. 2015; 7 (1).
12. Adebajo AC, et al. Evaluation of the Ethnomedical Claims of *Murraya koenigii*. *Pharmaceutical Biology*. 2005; 42 (8): 610–20.
13. Kumar KT, Sundar PD. Evaluation of antibacterial, antifungal and anthelmintic activity of *Murraya Koenigii* spreng. 2011.
14. Kaur S, et al. Chemopreventive activity of hydroethanolic *Murraya koenigii* leaves extract (HEMKLE) against chemically induced skin carcinogenesis in mice. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*. 2020.
15. Handral HK, Pandith A, Shruthi S. A review on *Murraya koenigii*: multipotential medicinal plant. *Asian J Pharm Clin Res*. 2012; 5 (4): 5–14.
16. Handral HK, Jha PK. Pharmacognostic and phytochemical studies on the leaves of *Murraya koenigii* (L) Spreng. *Pharmacophore*. 2010; 1 (3): 231–8.
17. Meena S, et al. Transcriptomic insight into terpenoid and carbazole alkaloid biosynthesis, and functional characterization of two terpene synthases in curry tree (*Murraya koenigii*). *Scientific Reports*. 2017; 7 (1): 44126.
18. Kashyap S, Rathod Y, Biswas S. *Murraya koenigii* methanolic extract inhibits bacterial growth and biofilm of *Staphylococcus aureus* and *Enterococcus faecalis*. *Scientific Reports*. 2025; 15 (1): 34056.
19. Samanta SK, et al. Phytochemical portfolio and anticancer activity of *Murraya koenigii* and its primary active component, mahanine. *Pharmacological research*. 2018; 129: 227–36.
20. Saadoon SJ, et al. Surgical site infection: The Physiological Changes & the Effect of Using Preoperative Antibiotic Prophylaxis in Orthopedic Surgeries. *Bulletin of Pharmaceutical Sciences Assiut University*. 2026.
21. Patil R, Mandlik S, Mandlik D. *Murraya koenigii* (Curry Tree): A review of its phytochemistry, ethnomedicinal uses, and pharmacology with respect to molecular mechanisms. *Current Traditional Medicine*. 2024; 10 (5): 73–97.
22. Nandan S, et al. Quantitative analysis of bioactive carbazole alkaloids in *Murraya koenigii* (L.) from six different climatic zones of India using UPLC/MS/MS and their principal component analysis. *Chemistry & Biodiversity*. 2021; 18 (12): e2100557.
23. Mondal P, et al. Extract of *Murraya koenigii* selectively causes genomic instability by altering redox-status via targeting PI3K/AKT/Nrf2/caspase-3 signaling pathway in human non-small cell lung cancer. *Phytomedicine*. 2022; 104: 154272.
24. Nadaf S, et al. Antiproliferative and caspase-mediated apoptosis inducing effects of *Murraya koenigii* seeds against cancer cells.

- South African Journal of Botany. 2020; 132: 328–37.
25. Choudhury RP, Garg A. Variation in essential, trace and toxic elemental contents in *Murraya koenigii*—A spice and medicinal herb from different Indian states. *Food Chemistry*. 2007; 104 (4): 1454–63.
 26. Gahlawat DK, Jakhar S, Dahiya P. *Murraya koenigii* (L.) Spreng: an ethnobotanical, phytochemical and pharmacological review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2014; 3 (3): 109–19.
 27. Abdullah R, et al. Phytochemical and antimicrobial properties of different plants and in silico investigation of their bioactive compounds in wound healing and rheumatism. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2024; 31 (3): 103942.
 28. Cowan MM. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*. 1999; 12 (4): 564–82.
 29. Franyoto, YD, A. Nurrochmad, and N. Fakhrudin, *Murraya koenigii* L. Spreng.: An updated review of chemical composition, pharmacological effects, and toxicity studies. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 2024; 14 (6): 011–027.
- ## References
1. El-Shiekh RA, et al. Anticholinesterases activity of *Murraya koenigii* (L.) Spreng. and *Murraya paniculata* (L.) Jacq. essential oils with GC/MS analysis and molecular docking. *Natural Product Research*. 2024; 38 (12): 2155–9.
 2. Anika A, Kaur S. Phytochemical screening of hydroethanolic *Murraya koenigii* Spreng leaves extract by spectroscopic methods. *Journal of Drug Research in Ayurvedic Sciences*. 2024; 9 (4): 273–85.
 3. Maheswari KU, Sankar S. In silico molecular docking of phytochemicals of *Murraya koenigii* against *Streptococcus mutans*. *Cureus*. 2024; 16 (2).
 4. Savitha G, Balamurugan S. Pharmacognostical and antibacterial evaluation of *Murraya koenigii* (L) Spreng. *International Letters of Natural Sciences*. 2014; 17.
 5. Nagappan T, Ramasamy P, Vairappan CS. Chemotaxonomical markers in essential oil of *Murraya koenigii*. *Natural Product Communications*. 2012; 7 (10): 1934578X1200701034.
 6. Verma RS, et al. Phytochemical diversity of *Murraya koenigii* (L.) Spreng. from western Himalaya. *Chemistry & Biodiversity*. 2013; 10 (4): 628–41.
 7. Patil N, et al. Pharmacognostical, Preliminary phytochemical screening and Antibacterial activity of methanol Extract of *Murraya koenigii*. *PharmaTutor*. 2019; 7 (2): 18–20.
 8. Rajendran MP, Pallaiyan BB, Selvaraj N. Chemical composition, antibacterial and antioxidant profile of essential oil from *Murraya koenigii* (L.) leaves. *Avicenna journal of phytomedicine*. 2014; 4 (3): 200.
 9. Chibueze IJ, Emenike I. *Murraya koenigii* — a boon in different pathological conditions. *Universal Journal of Pharmaceutical Research*. 2016.
 10. Organization WH. Quality control methods for herbal materials. 2011: World Health Organization.
 11. Sindhu RK, Arora S. Phytochemical and Pharmacognostical Studies on *Murraya koenigii* (L) spreng. *Roots. Drug Invention Today*. 2015; 7 (1).
 12. Adebajo AC, et al. Evaluation of the Ethnomedical Claims of *Murraya koenigii*. *Pharmaceutical Biology*. 2005; 42 (8): 610–20.
 13. Kumar KT, Sundar PD. Evaluation of antibacterial, antifungal and anthelmintic activity of *Murraya Koenigii spreng*. 2011.
 14. Kaur S, et al. Chemopreventive activity of hydroethanolic *Murraya koenigii* leaves extract (HEMKLE) against chemically induced skin carcinogenesis in mice. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*. 2020.
 15. Handral HK, Pandith A, Shruthi S. A review on *Murraya koenigii*: multipotential medicinal plant. *Asian J Pharm Clin Res*. 2012; 5 (4): 5–14.
 16. Handral HK, Jha PK. Pharmacognostic and phytochemical studies on the leaves of *Murraya koenigii* (L) Spreng. *Pharmacophore*. 2010; 1 (3): 231–8.
 17. Meena S, et al. Transcriptomic insight into terpenoid and carbazole alkaloid biosynthesis, and functional characterization of two terpene synthases in curry tree (*Murraya koenigii*). *Scientific Reports*. 2017; 7 (1): 44126.
 18. Kashyap S, Rathod Y, Biswas S. *Murraya koenigii* methanolic extract inhibits bacterial growth and biofilm of *Staphylococcus aureus* and *Enterococcus faecalis*. *Scientific Reports*. 2025; 15 (1): 34056.
 19. Samanta SK, et al. Phytochemical portfolio and anticancer activity of *Murraya koenigii* and its primary active component, mahanine. *Pharmacological research*. 2018; 129: 227–36.
 20. Saadoon SJ, et al. Surgical site infection: The Physiological Changes & the Effect of Using Preoperative Antibiotic Prophylaxis in Orthopedic Surgeries. *Bulletin of Pharmaceutical Sciences Assiut University*. 2026.
 21. Patil R, Mandlik S, Mandlik D. *Murraya koenigii* (Curry Tree): A review of its phytochemistry, ethnomedicinal uses, and pharmacology with respect to molecular mechanisms. *Current Traditional Medicine*. 2024; 10 (5): 73–97.
 22. Nandan S, et al. Quantitative analysis of bioactive carbazole alkaloids in *Murraya koenigii* (L.) from six different climatic zones of India using UPLC/MS/MS and their principal component analysis. *Chemistry & Biodiversity*. 2021; 18 (12): e2100557.
 23. Mondal P, et al. Extract of *Murraya koenigii* selectively causes genomic instability by altering redox-status via targeting PI3K/AKT/Nrf2/caspase-3 signaling pathway in human non-small cell lung cancer. *Phytomedicine*. 2022; 104: 154272.
 24. Nadaf S, et al. Antiproliferative and caspase-mediated apoptosis inducing effects of *Murraya koenigii* seeds against cancer cells. *South African Journal of Botany*. 2020; 132: 328–37.
 25. Choudhury RP, Garg A. Variation in essential, trace and toxic elemental contents in *Murraya koenigii*—A spice and medicinal herb from different Indian states. *Food Chemistry*. 2007; 104 (4): 1454–63.
 26. Gahlawat DK, Jakhar S, Dahiya P. *Murraya koenigii* (L.) Spreng: an ethnobotanical, phytochemical and pharmacological review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2014; 3 (3): 109–19.
 27. Abdullah R, et al. Phytochemical and antimicrobial properties of different plants and in silico investigation of their bioactive compounds in wound healing and rheumatism. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2024; 31 (3): 103942.
 28. Cowan MM. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*. 1999; 12 (4): 564–82.
 29. Franyoto, YD, A. Nurrochmad, and N. Fakhrudin, *Murraya koenigii* L. Spreng.: An updated review of chemical composition, pharmacological effects, and toxicity studies. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 2024; 14 (6): 011–027.