Химия растительного сырья. 2026. №3. С. 148–154.
Khimiya rastitel'nogo syr'ya, 2026, no. 3, pp. 148–154.
DOI: 10.14258/jcprm.20260319117

УДК 615.322

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТИВОВИРУСНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ МОЛОЧАЯ ПРУТЬЕВИДНОГО (*EUPHORBIA VIRGATA*), ИЗВЛЕЧЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ*

© ***К.В. Геньш[1]**, Л.Ю. Седельникова[1], П.В. Колосов[1], В.Ю. Чиркова[1], Д.Н. Щербаков[1,2]***

[1] Алтайский государственный университет, пр. Ленина, 61, Барнаул, 656049, Россия, gensh@chem.asu.ru
[2] ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора, р.п. Кольцово, Новосибирская область, 630559, Россия

Цель данной работы – выделение различными растворителями экстрактивных веществ молочая прутьевидного *(Euphorbia virgata)*, их характеристика и изучение противовирусной активности в отношении основной протеазы SARS-CoV-2.

Получены экстракты молочая прутьевидного (*Euphorbia virgata*) растворителями разной полярности (вода, этанол 40, 70 и 96%-ный, гексан и метил*трет*-бутиловый эфир (МТБЭ)).

Содержание экстрактивных веществ составило: в водном экстракте – 2.26%, спиртовом (40%) – 2.0%, спиртовом (70%) –1.7%, спиртовом (96%) – 1.7%, гексановом – 0.5%, МТБЭ-экстракте – 0.9%.

Качественными реакциями выявлено содержание флавоноидов во всех полученных экстрактах. В водном и спиртовых экстрактах обнаружены дубильные вещества, в гексановом и МТБЭ-экстрактах – кумарины. Подтверждено наличие этих групп веществ методом УФ-спектроскопии.

Впервые исследована противовирусная активность экстрактивных веществ *Euphorbia virgata* против основной протеазы SARS-CoV-2. Наибольшей активностью обладают экстрактивные вещества, извлеченные водой: концентрация полумаксимального ингибирования IC50 = 1.3×10^{-3} мг/мл.

Ключевые слова: *Euphorbia virgata*, экстрактивные вещества, противовирусная активность, коронавирус.

Для цитирования: Геньш К.В., Седельникова Л.Ю., Колосов П.В., Чиркова В.Ю., Щербаков Д.Н. Исследование противовирусной активности экстрактивных веществ молочая прутьевидного (*Euphorbia virgata*), извлеченных различными растворителями // Химия растительного сырья. 2026. №3. С. 148–154. https://doi.org/10.14258/jcprm.20260319117.

Введение

Ухудшение состояния окружающей среды и изменение климата делают население планеты более восприимчивым к различным видам заболеваний, в том числе вирусным инфекциям. Вирусы продолжают угрожать жизни людей. Последняя пандемия COVID-19 стала страшным примером того, как вирус может захватить весь мир, приводя к огромному количеству жертв [1].

Натуральные растительные продукты исторически были важным компонентом в лечении и профилактике заболеваний [2]. Сейчас все больше и больше людей во всем мире стараются вести здоровый образ жизни, ищут натуральные методы лечения и методы профилактики заболеваний. Многие растения содержат биологически активные вещества, способные бороться с вирусами. Экстракты растений являются одним из потенциальных источников противовирусных препаратов. Изучение противовирусной активности растительных экстрактов имеет большое практическое значение при разработке новых методов лечения и профилактики вирусных заболеваний [3].

Защита человека от вирусных инфекций является сложной задачей и связана с тем фактом, что вирусы являются внутриклеточными организмами, которые используют клеточные структуры для размножения в

*Данная статья имеет электронный дополнительный материал (приложение), который доступен читателям на сайте журнала. DOI: 10.14258/jcprm.20260319117s

** Автор, с которым следует вести переписку.

организме хозяина. В настоящее время трудно найти таргетные терапевтические средства, которые нейтрализуют вирус и являются безвредными для эукариотической клетки. Поэтому поиск природных соединений, обладающих противовирусной активностью, является важным и перспективным направлением [4].

Молочай давно используется из-за его лечебных свойств [5]. Общее название «молочай» происходит от среднеанглийского/старофранцузского espurge («очищать») из-за использования латекса растения в качестве слабительного. Латекс применялся как эксфолиант [6].

Молочай смоляной *(E. resinifera)* отмечен как потенциальное растительное средство от герпеса [7]. Было показано, что молочай зимующий (*E. hyberna)* является очень эффективным средством против ВИЧ [8].

Спиртовой экстракт молочая волосистого *(Euphorbia hirta* L.) обладает антибактериальным действием в отношении *Streptococcus mutans,* вызывающих кариес [9].

В работе [10] исследованы экстракты, полученные из высушенных и измельченных в порошок цветков, стеблей и листьев молочая длинноветочного (*E. macroclada*) на антимикробное действие в отношении грибов, вызывающих гибель растений. Наиболее сильное ингибирующее действие экстрактов наблюдалось в отношении *Rhizoctonia solani, Verticillium dahliae, Fusarium oxysporum, Pythium sp*. и *Rhizopus stolonifer.*

Установлено, что метанольные экстракты различных видов молочая обладают антибактериальной и противогрибковой активностью по отношению к золотистому стафилококку *(Staphylococcus aureus),* грамположительным палочковидным бактериям *(Bacillus megaterium),* палочковидным грамотрицательным бактериям *(Proteus vulgaris),* палочковидным капсульным бактериям *(Klebsiella pneumonia),* кишечной палочке (*E. coli),* синегнойной палочке *(Pseudomonas aeruginosa),* дрожжеподобным грибкам (*Candida albicans* и *Candida glabrata),* возбудителю эпидермофития *(Epidermophyton sp)* и к грибку *Trichophyton sp.* Латекс *E. virgata* проявлял максимальную активность в отношении *K. pneumoniae* и *C. Albicans*, которые вызывают пневмонию и кандидоз. Активность растений в отношении тест-бактерий, дрожжей и грибов-дерматофитов может свидетельствовать о присутствии в растении антибиотиков широкого спектра действия [11–15].

Метанольные экстракты надземных частей молочая средиземноморского (*E. characias subsp. wulfenii),* солнцеглядного *(E. helioscopia),* длинноветочного *(E. macroclada),* сегиерова *(E. seguieriana subsp. seguieriana)* и прутьевидного *(E. virgata)* обладают ранозаживляющим и противовоспалительным действиями [16].

Цель данной работы – выделение различными растворителями экстрактивных веществ молочая прутьевидного *(Euphorbia virgata)*, их характеристика и изучение противовирусной активности.

Экспериментальная часть

В качестве объекта исследования использовали надземную часть молочая прутьевидного (*Euphorbia virgata*), произрастающего в Новосибирской области на берегу озера Хорошее.

Экстрагирование растительного сырья. Извлечения осуществляли методом селективной экстракции, при котором отдельная порция растительного сырья обрабатывалась только одним растворителем. Экстрактивные вещества извлекали растворителями разной полярности: водой, этиловым спиртом (40, 70 и 96%), гексаном, метил*трет*-бутиловым эфиром (МТБЭ). Экстрагирование водно-спиртовыми растворами, гексаном и МТБЭ проводили путем непрерывной циркуляционной экстракции в аппарате Сокслета в соотношении сырье – экстрагент 1 : 40. Обработку водой проводили выдерживанием образца в растворе при температуре 60 °С, в соотношении сырье – экстрагент 1 : 40. Экстрагирование проводили в течение 5 ч.

Идентификацию основных биологически активных компонентов экстрактов осуществляли путем проведения качественных реакций [17], а также с использованием метода УФ-спектроскопии. УФ-спектры регистрировали на спектрофотометре Cary 60 UV-Vis (Agilent Technologies, USA) в диапазоне длин волн 200–800 нм в кварцевых кюветах с толщиной оптического слоя 10.01 мм.

Методика определения противовирусной активности полученных экстрактов против основной протеазы SARS-CoV-2. Анализ проводили флуоресцентным методом с использованием синтетического флуоресцентно меченого субстрата, состоящего из олигопептидов, включающего сайт аминокислотной последовательности коронавируса. Интенсивность флуоресценции контролировали с помощью мультимодального ридера CLARIOstar Plus, используя длины волн 355 нм для возбуждения и 460 нм для регистрации излучения. При взаимодействии фермента (M^{pro}) с пептидным субстратом происходит расщепление сайта аминокислотной последовательности коронавируса (по связи Q↓S), что приводит к увеличению интенсивности флуоресценции из-за физического удаления флуорофора (EDANS) от тушителя (Dabcyl) [18].

Навеску, равную 10 мг сухого экстракта, переносили в пробирку типа Эппендорф объемом 1.5 мл и разбавляли в 100 мкл ДМСО.

В пробирку типа Эппендорф объемом 0.5 мл дозатором переносили 3 мкл раствора экстракта в ДМСО и разбавляли 27 мкл буферного раствора Трис-HCl (pH 7.3; 20 мМ Трис, 100 мМ NaCl, 1 мМ ЭДТА, 1 мМ). В 96 луночный планшет многоканальным дозатором добавляли по 10 мкл буферного раствора в 11 лунок. В первую лунку добавляли 10 мкл раствора экстракта и последовательно разводили до 10 лунки включительно так, чтобы разведение происходило в 10 раза в сравнении с предыдущей. Последовательно добавляли 10 мкл протеазы M^{pro} (MN908947.3) в 11 лунок. Инкубировали 30 мин при комнатной температуре. После чего добавляли субстрат Dabcyl-KTSAVLQ↓SGFRKM-E(EDANS)-NH_2 (CPC Scientific Inc, Китай) объемом 10 мкл в 11 лунок. Планшет переносили в приемник мультимодального ридера CLARIOstar Plus (BMG Labtech, Германия) и регистрировали интенсивность флуоресценции относительно лунки без добавления экстракта (ингибитора).

Обсуждение результатов

На первом этапе исследования воздушно-сухие образцы надземной части молочая прутьевидного (*Euphorbia virgata*) анализировали на содержание влаги и золы. Определение влажности важно для того, чтобы контролировать сохранность сырья и его пригодность для производства лекарственных препаратов. Слишком высокая влажность может привести к гниению и порче сырья, а также способна повлиять на его хранение и качество.

Определение зольности также является важным этапом контроля качества сырья. Слишком высокий уровень зольности может свидетельствовать о наличии примесей или загрязнений в сырье.

Средняя влажность высушенной надземной части молочая прутьевидного составила 6.3±0.5%. Полученные значения соответствуют требованиям по допустимому пределу влажности для большинства видов лекарственного сырья, который составляет не более 15%.

Значение общей золы для высушенной надземной части молочая прутьевидного составило 5.8±0.5%.

Результаты определения экстрактивных веществ представлены в таблице 1.

Наибольший выход экстрактивных веществ в надземной части молочая прутьевидного наблюдался при экстрагировании водой – 2.3±0.2%. Большинство экстрактивных веществ, содержащихся в растениях, являются гидрофильными, поэтому полярные растворители экстрагируют большее количество экстрактивных веществ [19].

Содержание экстрактивных веществ в спиртовых экстрактах составило 1.7±0.2, 1.7±0.2 и 2.0±0.1% соответственно для 96, 70 и 40% этанола. Этанолом извлекаются полифенольные соединения, флавоноиды, антоцианы.

Наименьшее количество экстрактивных веществ извлекается гексаном (0.5±0.1%) и метил*трет*-бутиловым эфиром (0.9±0.2%).

С помощью качественных реакций в полученных экстрактах идентифицированы основные группы биологически активных веществ (табл. 2).

Во всех экстрактах обнаружены флавоны, флавонолы, флавононы и изофлавоны. В спиртовых и водном экстрактах найдены конденсированные и гидролизуемые дубильные вещества. Кумарины и изокумарины обнаружены в гексановом и МТБЭ извлечениях. Алкалоиды, халконы, ауроны и катехины не обнаружены ни в одном из исследуемых экстрактов.

Полученные экстракты исследовали методом УФ-спектроскопии (табл. 3). УФ-спектры представлены в электронном приложении к статье.

Спектры водного и водно-этанольных экстрактов имеют схожий профиль, что говорит о содержании веществ схожей природы. Наблюдаются полосы поглощения в области 250–270 и 350–360 нм, что соответствует фенольным соединениям (флавоноиды, дубильные вещества).

На спектрах гексанового и МТБЭ-экстрактах присутствуют интенсивные полосы поглощения в области 228–233 нм и менее выраженный максимум в области 250–270 нм, а также слабые полосы поглощения в области 406–410 и 669 нм. В соответствии с литературными и данными [20], поглощение при 230 нм связано с конъюгированными системами двойных связей в ароматических кольцах, а поглощение при 260 нм связано с наличием ароматических соединений с несвязанными электронными парами, можно предположить наличие фенольных соединений. Качественными реакциями подтверждено наличие флавоноидов. Полосы поглощения при 409 и 406 нм могут указывать на присутствие каротиноидов, при 669 и 668 нм – пигментов, а именно хлорофилла.

Таблица 1. Результаты определения экстрактивных веществ (по отношению к а.с.с.)

Экстрагент	Содержание экстрактивных веществ, %
Вода	2.3±0.2
Этанол 40%	2.0±0.1
Этанол 70%	1.7±0.2
Этанол 96%	1.7±0.2
МТБЭ	0.9±0.2
Гексан	0.5±0.1

Таблица 2. Результаты качественного анализа экстрактов молочая. растворителями разной полярности

Группа БАВ	Реактив	Экстрагент					
		Вода	Этанол			Гексан	МТБЭ
			40%	70%	96%		
Флавоноиды							
Флавоны, флавонолы, флавононы	Цианидиновая проба (магний в соляной кислоте конц.)	+	+	+	+	+	+
Халконы и ауроны	Соляная кислота конц.	–	–	–	–	–	–
Изофлавоны	Серная кислота конц.	+	+	+	+	+	+
Дубильные вещества							
Гидролизуемые и конденсированные	Квасцы железоаммонийные	–	+	+	+	–	–
Катехины	Бромная вода	–	–	–	–	–	–
Гидролизуемые	Уксусная кислота и 10% водный раствор соли ацетата свинца	+	+	+	+	–	–
Конденсированные	1% раствор квасцов железоаммониевых и ацетат свинца	+	–	–	–	–	–
Гидролизуемые	Нитрит натрия и 0.1 н раствор соляной кислоты	+	+	+	+	–	–
Кумарины							
Гидрокси- и метоксикумарины	10% спиртовой раствор гидроксида калия в этаноле и реактива Паули по Кутачеку	–	–	–	–	–	–
Кумарины и изокумарины	1% спиртовой раствор хлорида железа (III)	–	–	–	–	+	+
Фурокумарины	10% раствор гидроксида калия	–	–	–	–	–	–
Алкалоиды							
	реактив Майера в слабокислой среде	–	–	–	–	–	–
	1% водный раствора пикриновой кислоты	–	–	–	–	–	–

Примечание: «+» – положительный результат; «–» – отрицательный результат.

Таблица 3. Полосы поглощения в УФ-спектрах экстрактивных веществ

Экстракт	Полосы поглощения
Водный	268 нм, явно выраженный, интенсивный 350 нм, слабо выражен, неинтенсивный (в виде плеча)
Этанольный 40%	269 нм, явно выраженный, интенсивный 350 нм, слабо выражен, неинтенсивный (в виде плеча)
Этанольный 70%	268 нм, явно выраженный, интенсивный 360 нм, слабо выражен, неинтенсивный (в виде плеча)
Этанольный 96%	257 нм, явно выраженный, интенсивный 350 нм, слабо выражен, неинтенсивный (в виде плеча)
Гексановый	228 нм, слабо выражен, неинтенсивный (в виде плеча) 250 нм, слабо выражен, неинтенсивный (в виде плеча) 409 нм, явно выражен, неинтенсивный 669 нм, явно выражен, неинтенсивный
МТБЭ	233 нм, явно выраженный, интенсивный 271 нм, явно выраженный, интенсивный 407 нм, явно выраженный, интенсивный 668 нм, явно выраженный, интенсивный

Определение противовирусной активности полученных экстрактов против основной протеазы SARS-CoV-2

Изучена ингибиторная активность экстрактивных веществ, извлеченных различными растворителями из молочая прутьевидного *(Euphorbia virgata),* по отношению к основной протеазе SARS-CoV-2.

Если взять последнее значение интенсивности флуоресценции контроля без ингибитора за 100%, то кривыми, у которых будет наблюдаться ингибирующая активность, будут те, у которых свечение флуоресценции меньше, чем 50% от свечения контроля без ингибитора.

Концентрация полумаксимального ингибирования была рассчитана методом интерполяции. Результаты определений приведены в таблице 4.

В результате проведенного исследования ингибиторная активность наблюдалась у экстрактивных веществ, извлеченных водой, 70% этанолом и гексаном. Наибольшей активностью обладает водный экстракт, т.к. в этом случае наблюдается самая низкая полумаксимальная концентрация, которая подавляет флуоресценцию.

Таблица 4. Концентрация полумаксимального ингибирования экстрактов *E. virgata* по отношению к основной протеазе SARS-CoV-2

Экстракт	Концентрация полумаксимального ингибирования, мг/мл
Водный	1.3×10^{-3}
Этанольный 40%	Не ингибирует
Этанольный 70%	15.8
Этанольный 96%	Не ингибирует
Гексановый	12.9
МТБЭ	Не ингибирует

Заключение

Получены экстракты молочая прутьевидного (*E. virgata*) растворителями разной полярности (вода, этанол 40, 70 и 96%, гексан и МТБЭ). Качественными реакциями выявлено содержание флавоноидов во всех полученных экстрактах. В водном и спиртовых экстрактах обнаружены дубильные вещества, в гексановом и МТБЭ-экстрактах – кумарины. Подтверждено наличие этих групп веществ методом УФ-спектроскопии.

Впервые исследована противовирусная активность экстрактивных веществ молочая прутьевидного (*Euphorbia virgata)* против основной протеазы SARS-CoV-2. Наибольшей активностью обладают экстрактивные вещества, извлеченные водой: концентрация полумаксимального ингибирования IC50=1.3×10^{-3} мг/мл.

Дополнительная информация

В электронном приложении к статье (DOI: https://www.doi.org/10.14258/jcprm.20260319117s) приведен дополнительный экспериментальный материал, раскрывающий основные положения, изложенные в статье.

Финансирование

Научно-исследовательская работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания, проект FZMW-2026-0005.

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 предоставите соответствующие ссылки на автора(ов), источник и Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

1. Alsenani F. Potential natural candidates in the treatment of coronavirus infections // Saudi Journal of Biological Sciences. 2021. Vol. 28. Pp. 5704–5713. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.06.008.
2. Özbigin S., Çitoğlu G.S. Uses of some Euphorbia species in traditional medicine in Turkey and their biological activities // Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences. 2012. Pp. 241–255.
3. Mukhtar M., Arshad M., Ahmad M., Pomerantz R.J., Wigdahl B., Parveene Z. Antiviral potentials of medicinal plants // Virus Res. 2007. Vol. 131 (2). https://doi.org/10.1016/j.virusres.2007.09.008.
4. Базарнова Н.Г., Ильичёва Т.Н., Тихомирова Л.И., Синицына А.А. Скрининг химического состава и биологической активности *Iris sibirica* L. сорт Cambridge // Химия растительного сырья. 2016. №3. С. 49–57.
5. Turner R. Euphorbias: A Gardeners' Guide. London, 1995. 192 p.

6. Malini D.R., Ming T.O., Sunderassan E. Therapeutic Potential of Rubber Latex: A Review // Agricultural Reviews. 2021. Article R-138. https://doi.org/10.18805/ag.R-138.
7. Yarnell E., Abascal K. Herbs for Treating Herpes Zoster Infections // Alternative and Complementary Therapies. 2005. Vol. 11(3). Pp. 131–134. https://doi.org/10.1089/act.2005.11.131.
8. Bedoya L.M., Márquez N., Martínez N. et al. SJ23B, a jatrophane diterpene activates classical PKCs and displays strong activity against HIV in vitro // Biochem. Pharmacol. 2009. Vol. 77, no. 6. Pp. 965–978. https://doi.org/10.1016/j.bcp.2008.11.025.
9. Iskandar B., Lukman A., Syaputra S., Al-Abrori U.N.H., Surboyo M.D.C., Lee C.-K. Formulation, characteristics and anti-bacterial effects of *Euphorbia hirta* L. Mouthwash // J. Taibah Univ. Med. Sci. 2022. Vol. 17 (2). Pp. 271–282. https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2021.08.009.
10. Al-Mughrabi K. Antimicrobial Activity of Extracts from Leaves, Stems and Flowers of *Euphorbia macroclada* against plant pathogenic fungi // Phytopathologia Mediterranea. 2003. Vol. 42 (3). Pp. 245–250. https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-1712.
11. Kirbag S., Erecevit P., Zengin F., Guvenc A. Antimicrobial Activities of Some Euphorbia Species // Afr. J. Tradit. Complement. Altern. Med. 2013. Vol. 10 (5). Pp. 305–309. https://doi.org/10.4314/ajtcam.v10i5.13.
12. Kamba A., S Hassan L.G. Phytochemical screening and antimicrobial activities of *Euphorbia balsamifera* leaves, stems and root against some pathogenic microorganisms // African Journal of Pharmacy and Pharmacology. 2010. Vol. 4(9). Pp. 645–652.
13. Madureira A.M., Ascenso J.R., Valdeira L., Duarte A., Frade J.P., Freitas G., Ferreira M.J.U. Evaluation of the antiviral and antimicrobial activities of triterpenes isolated from *Euphorbia segetalis* // Natural Product Research. 2003. Vol. 17. Pp. 375–380. https://doi.org/10.1080/14786410310001605841.
14. Ogbulie J.N., Ogueke C.C., Okoli I.C., Anyanwu B.N. Antibacterial activities and toxicological potantials of crude ethanolic extracts of *Euphorbia hirta* // African Journal of Biotechnology. 2007. Vol. 6. Pp. 1544–1548.
15. Natarajan D., Britto S.J, Srinivasan K., Nagamurugan N., Mohanasundari C., Perumal G. Antibacterial activity of *Euphorbia fusiformis* – A rare medicinal herb // Journal of Ethnopharmacology. 2005. Vol. 102. Pp. 123–126. https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.04.023.
16. Özbilgin S., Akkol E.K., Süntar İ., Tekin M., İşcan G.S. Wound-Healing Activity of Some Species of *Euphorbia* L. // Records of Natural Products. 2013. Vol. 13 (2). Pp. 104–113. https://doi.org/10.25135/rnp.81.18.03.255.
17. Музычкина Р.А., Корулькин Д.Ю., Абилов Ж.А. Технология производства и анализ фитопрепаратов. Алматы, 2011. 360 с.
18. Сулимов А.В. и др. Разработка противовирусных лекарств на основе ингибиторов главной протеазы SARS-CoV-2 // Биомедицинская химия. 2021. Т. 67, №3. С. 259–267. https://doi.org/10.18097/PBMC20216703259.
19. Кукина Т.П., Баяндина И.И., Покровский Л.М. Неполярные компоненты экстрактов зверобоя продырявленного // Химия растительного сырья. 2007. №3. С. 39–45.
20. Федосеева Г.М., Мирович В.М., Горячкина Е.Г., Переломова М.В. Фотохимический анализ сырья, содержащего флаваноиды. Иркутск, 2009. 67 с.

Поступила в редакцию 29 марта 2026 г.

После переработки 11 мая 2026 г.

Принята к публикации 20 мая 2026 г.

Gensh K.V.[1], Sedelnikova L.Yu.[1], Kolosov P.V.[1], Chirkova V.Yu.[1], Shcherbakov D.N.[1,2]* STUDY OF ANTIVIRAL ACTIVITY OF EXTRACTIVE SUBSTANCES OF *EUPHORBIA VIRGATA* EXTRACTED WITH DIFFERENT SOLVENTS

[1] *Altai State University, ave. Lenina, 61, Barnaul, 656049, Russia, gensh@chem.asu.ru*

[2] *Federal Budgetary Institution of Science, State Research Center of Virology and Biotechnology Vector of Rospotrebnadzor, Koltsovo, Novosibirsk Region, 630559, Russia*

The aim of this study was to isolate Euphorbia virgata extractives using various solvents, characterize them, and evaluate their antiviral activity against the main SARS-CoV-2 protease.

Euphorbia virgata extracts were obtained using solvents of varying polarity (water, 40%, 70%, and 96% ethanol, hexane, and methyl tert-butyl ether (MTBE)).

The extractive content was as follows: 2.26% in the aqueous extract, 2.0% in the 40% alcohol extract, 1.7% in the 70% alcohol extract, 1.7% in the 96% alcohol extract, 0.5% in the hexane extract, and 0.9% in the MTBE extract. Qualitative reactions revealed the flavonoid content of all the extracts. Tannins were detected in aqueous and ethanol extracts, while coumarins were found in hexane and MTBE extracts. The presence of these groups of substances was confirmed by UV spectroscopy.

This is the first study of the antiviral activity of Euphorbia virgata extractives against the main protease of SARS-CoV-2. Extractives extracted in water exhibited the highest activity: the half-maximal inhibitory concentration (IC50) was 1.3×10^{-3} mg/ml.

Keywords: *Euphorbia virgata*, extractives, antiviral activity, coronavirus.

For citing: Gensh K.V., Sedelnikova L.Yu., Kolosov P.V., Chirkova V.Yu., Shcherbakov D.N. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2026, no. 3, pp. 148–154. (in Russ.). https://doi.org/10.14258/jcprm.20260319117.

* Corresponding author.

References

1. Alsenani F. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2021, vol. 28, pp. 5704–5713. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.06.008.
2. Özbigin S., Çitoğlu G.S. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2012, pp. 241–255.
3. Mukhtar M., Arshad M., Ahmad M., Pomerantz R.J., Wigdahl B., Parveene Z. *Virus Res*., 2007, vol. 131 (2). https://doi.org/10.1016/j.virusres.2007.09.008.
4. Bazarnova N.G., Il'icheva T.N., Tikhomirova L.I., Sinitsyna A.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2016, no. 3, pp. 49–57. (in Russ.).
5. Turner R. *Euphorbias: A Gardeners' Guide*. London, 1995, 192 p.
6. Malini D.R., Ming T.O., Sunderassan E. *Agricultural Reviews*, 2021, article R-138. https://doi.org/10.18805/ag.R-138.
7. Yarnell E., Abascal K. *Alternative and Complementary Therapies*, 2005, vol. 11(3), pp. 131–134. https://doi.org/10.1089/act.2005.11.131.
8. Bedoya L.M., Márquez N., Martínez N. et al. *Biochem. Pharmacol*., 2009, vol. 77, no. 6, pp. 965–978. https://doi.org/10.1016/j.bcp.2008.11.025.
9. Iskandar B., Lukman A., Syaputra S., Al-Abrori U.N.H., Surboyo M.D.C., Lee C.-K. *J. Taibah Univ. Med. Sci*., 2022, vol. 17 (2), pp. 271–282. https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2021.08.009.
10. Al-Mughrabi K. *Phytopathologia Mediterranea*, 2003, vol. 42 (3), pp. 245–250. https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-1712.
11. Kirbag S., Erecevit P., Zengin F., Guvenc A. *Afr. J. Tradit. Complement. Altern. Med*., 2013, vol. 10 (5), pp. 305–309. https://doi.org/10.4314/ajtcam.v10i5.13.
12. Kamba A., S Hassan L.G. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2010, vol. 4(9), pp. 645–652.
13. Madureira A.M., Ascenso J.R., Valdeira L., Duarte A., Frade J.P., Freitas G., Ferreira M.J.U. *Natural Product Research*, 2003, vol. 17, pp. 375–380. https://doi.org/10.1080/1478641031000160584l.
14. Ogbulie J.N., Ogueke C.C., Okoli I.C., Anyanwu B.N. *African Journal of Biotechnology*, 2007, vol. 6, pp. 1544–1548.
15. Natarajan D., Britto S.J, Srinivasan K., Nagamurugan N., Mohanasundari C., Perumal G. *Journal of Ethnopharmacology*, 2005, vol. 102, pp. 123–126. https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.04.023.
16. Özbilgin S., Akkol E.K., Süntar İ., Tekin M., İşcan G.S. *Records of Natural Products*, 2013, vol. 13 (2), pp. 104–113. https://doi.org/10.25135/rnp.81.18.03.255.
17. Muzychkina R.A., Korul'kin D.Yu., Abilov Zh.A. *Tekhnologiya proizvodstva i analiz fitopreparatov*. [Production technology and analysis of herbal medicines]. Almaty, 2011, 360 p. (in Russ.).
18. Sulimov A.V. i dr. *Biomeditsinskaya khimiya*, 2021, vol. 67, no. 3, pp. 259–267. https://doi.org/10.18097/PBMC20216703259. (in Russ.).
19. Kukina T.P., Bayandina I.I., Pokrovskiy L.M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2007, no. 3, pp. 39–45. (in Russ.).
20. Fedoseyeva G.M., Mirovich V.M., Goryachkina Ye.G., Perelomova M.V. *Fotokhimicheskiy analiz syr'ya, soderzhashchego flavanoidy*. [Photochemical analysis of flavonoid-containing raw materials]. Irkutsk, 2009, 67 p. (in Russ.).

Received March 29, 2026

Revised May 11, 2026

Accepted May 20, 2026

Сведения об авторах

Геньш Константин Викторович – кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии, gensh@chem.asu.ru

Седельникова Лариса Юрьевна – студент, sedelnikovalarisa.2000@gmail.com

Колосов Петр Владимирович – кандидат химических наук, старший научный сотрудник Центра рекомбинантных технологий, petr.v.kolosov@yandex.ru

Чиркова Варвара Юрьевна – специалист по УМР кафедры физико-химической биологии и биотехнологии, varvara.chirkova@gmail.com

Щербаков Дмитрий Николаевич – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, scherbakov_dn@vector.nsc.ru

Information about authors

Gensh Konstantin Viktorovich – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor at the Department of Organic Chemistry, gensh@chem.asu.ru

Sedelnikova Larisa Yuryevna – Student, sedelnikovalarisa.2000@gmail.com

Kolosov Petr Vladimirovich – Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher at the Center for Recombinant Technologies, petr.v.kolosov@yandex.ru

Chirkova Varvara Yuryevna – Educational and Methodological Specialist at the Department of Physicochemical Biology and Biotechnology, varvara.chirkova@gmail.com

Shcherbakov Dmitry Nikolaevich – Candidate of Biological Sciences, Head of Laboratory, scherbakov_dn@vector.nsc.ru