

DOI: 10.54538/2707-5265-2025-6-1-116-127

Фармакологическое действие экстракта родиолы разнозубчатой

С.С. Джаборова*ГУ «Научно-исследовательский фармацевтический центр Республики Таджикистан», Душанбе, Таджикистан*

В данной обзорной статье подробно описаны биохимические и фармакологические свойства растения под названием «Родиола разнозубчатая». Эта уникальная трава известна своими адаптогенными, противораковыми, нейрорепараторными, противовирусными и иммуномодулирующими свойствами, что делает её ценным источником для создания лекарственных препаратов. Научные исследования изучают противовирусные свойства растений из рода Родиола, но пока эти свойства не полностью изучены и не описаны.

Растения рода Родиола встречаются в экстремальных условиях, таких как горные районы и холодные климатические зоны. Они обладают уникальными способностями, которые помогают им выжить в этих суровых условиях.

Главными активными веществами растений рода Родиола являются фенилэтанойды, флавоноиды, фенолические кислоты и эфирные масла.

Родиола имеет иммуномодулирующие свойства, что помогает организму лучше противостоять инфекциям и укрепляет иммунную систему. Кроме того, она обладает антиоксидантной активностью, нормализует работу гормональной системы и улучшает кровообращение и обмен веществ. Одним из способов, с помощью которого Родиола оказывает адаптогенное действие, является регуляция уровня стрессовых гормонов, таких как кортизол. Кроме того, она способствует выработке нейротрансмиттеров, включая серотонин, допамин и норэпинефрин, что помогает уменьшить воздействие стресса и улучшить психоэмоциональное состояние.

Анализ литературных источников также показал, что химический состав Родиолы разнозубчатой изучен недостаточно. Это свидетельствует о необходимости проведения дальнейших исследований. Цель таких исследований - углубить знания о фармакологическом потенциале и природных свойствах Родиолы разнозубчатой. Это, в свою очередь, откроет новые горизонты для её применения в медицине, фармацевтике и других областях.

Ключевые слова:

Родиола разнозубчатая, адаптогенное действие, иммуномодулирующие свойства, антиоксидантная активность, гормоны стресса, нейротрансмиттеры, фенилэтанойды, флавоноиды, эфирные масла

Для цитирования:

Джаборова С.С. Фармакологическое действие экстракта Родиолы разнозубчатой. Евразийский научно-медицинский журнал «Сино». 2025; 6(1): 116-127. <https://doi.org/10.54538/2707-5265-2025-6-1-116-127>

DOI: 10.54538/2707-5265-2025-6-1-116-127

Pharmacological action of the extract rhodiola radioseratea

S.S. Jaborova*State Institution Scientific Research Pharmaceutical Center of the Republic of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan*

This review article details the biochemical and pharmacological properties of the plant called *Rhodiola heterodontata*. This unique herb is known for its adaptogenic, anticancer, neuroprotective, antiviral and immunomodulatory properties, making it a valuable source for the creation of medicinal products. Scientific research is studying the antiviral properties of plants of the genus *Rhodiola*, but these properties have not yet been fully studied and described.

Plants of the genus *Rhodiola* are found in extreme conditions, such as mountainous regions and cold climate zones. They have unique abilities that help them survive in these harsh conditions.

The main active substances of plants of the genus *Rhodiola* are phenylethanoids, flavonoids, phenolic acids and essential oils.

Rhodiola has immunomodulatory properties, which helps the body better resist infections and strengthens the immune system. In addition, it has antioxidant activity, normalizes the hormonal system and improves blood circulation and metabolism. One of the ways *Rhodiola* exerts an adaptogenic effect is by regulating the levels of stress hormones such as cortisol. In addition, it promotes the production of neurotransmitters including serotonin, dopamine and norepinephrine, which helps reduce the effects of stress and improve the psycho-emotional state.

Analysis of literary sources also showed that the chemical composition of *Rhodiola variodontata* has not been sufficiently studied. This indicates the need for further research. The goal of such research is to deepen knowledge about the pharmacological potential and natural properties of *Rhodiola variodontata*. This, in turn, will open up new horizons for its use in medicine, pharmaceuticals and other fields.

Key words:

Rhodiola variegata, adaptogenic effect, immunomodulatory properties, antioxidant activity, stress hormones, neurotransmitters, phenylethanoids, flavonoids, essential oils

For citation:

Jaborova S.S. Pharmacological action of the extract Rhodiola radioseratea. Eurasian Scientific and Medical Journal "Sino". 2025; 6(1): 116-127. <https://doi.org/10.54538/2707-5265-2025-6-1-116-127>

Биологическая активность экстрактов Родиолы. В ходе многочисленных исследований на различных моделях *in vitro*, *in vivo* и клинических испытаний были выявлены разнообразные биоактивные свойства экстрактов родиолы. Эти свойства включают в себя антиоксидантную, противовоспалительную, иммуномодулирующую, антидиабетическую, антигипертензивную, противовысотную, а также способность снимать усталость и оказывать противоопухолевое действие. Однако методы, используемые для получения этих экстрактов, существенно различаются по используемым растворителям и условиям приготовления, включая температуру, время и другие факторы.

Ещё одной проблемой является то, что разные методы извлечения могут давать различное содержание компонентов. Поскольку содержание активных ингредиентов напрямую влияет на биоактивность, необходимо контролировать качество этих экстрактов для корректного сравнения. Следует отметить, что в исследованиях растительных экстрактов *in vitro* не учитывается их системное всасывание и метаболизм. Из-за этого результаты таких исследований могут быть неточными.

Антиоксидантные свойства растений рода Родиолы. Родиолы, относящиеся к роду растений, известны своими адаптогенными и антиоксидантными свойствами. Это связано с богатым разнообразием их вторичных метаболитов, включая фенилэтаноиды и фенилпропаноиды, которые обладают уникальными качествами [1, 2].

Учёные предполагают, что вещества, содержащиеся в корнях и корневищах растений рода Родиола, обладают антиоксидантными свойствами. Это связано с тем, что растение произрастает в суро-

вых высокогорных условиях и выработало механизмы защиты от оксидативного стресса, вызванного ультрафиолетовым излучением [3]. Эти вещества вызывают большой интерес благодаря своим потенциальным возможностям в фармацевтической и пищевой промышленности [4, 5].

Противораковая активность. Ту Y. и другие учёные изучили противораковую активность 10-процентного этанолового экстракта *R. Crenulata*, который содержит 12,5% фенольных компонентов и 1% салидрозида [6].

Он может вызывать каспазо-опосредованную гибель и подавлять подвижность клеток рака молочной железы. Также было показано, что у мышей с трансплантированными опухолями экстракт *R. crenulata* может увеличивать продолжительность жизни. В клетках рака молочной железы человека экстракт *R. crenulata* способен вызывать раннюю эстрогенную реакцию и снижать пролиферацию и образование опухолевых сфер [7].

Majewska A. et al. обнаружили, что 96% этаноловый экстракт *R. rosea* способен вызывать апоптоз и некроз в клетках HL-60, останавливая клеточный цикл. Этот эффект обусловлен активным компонентом экстракта - салидрозидом. В результате исследования было выявлено, что экстракт корневища родиолы розовой обладает цитостатическим и антипролиферативным действием. Его мягкое воздействие открывает перспективы для применения в противораковой терапии, способствуя повышению эффективности цитостатических препаратов [8].

На J.H. et al. провели исследование противораковой активности водного экстракта корня *R. sachalinensis*, нагретого до 100°C. В результате они выясни-

ли, что добавление 1,0 мг/мл экстракта Родиолы к клеткам аденокарциномы желудка человека и карциномы легких человека (A549) ингибирует их рост на 70%. Рост клеток карциномы гепатомы человека (HEP3B) наиболее значительно замедлялся (до 75%) при добавлении 1,0 мг/мл экстракта Родиолы. Этот экстракт отличался высокой селективностью по сравнению с другими экстрактами [9].

Это свидетельствует о том, что данные экстракты могут целенаправленно ингибировать рост раковых клеток. Результаты этого исследования позволяют предположить, что эти экстракты обладают значительным потенциалом в борьбе с раком.

Нейропротекторный эффект. Было установлено, что нейропротекторные свойства растений рода родиолы в значительной степени связаны с их способностью оказывать антистрессовое и антидепрессивное действие. В экспериментальной модели, где крысам вводили стрептозоцин, чтобы вызвать повреждение нейронов, 70%-й этаноловый экстракт *R. crenulata* улучшил нарушение нейрогенеза. Это происходило благодаря защите нервных стволовых клеток и удалению внутриклеточных активных форм кислорода в гиппокампе. При этом наилучший эффект был достигнут при использовании средней дозировки, которая составляла 3 грамма на килограмм в день [10]. Считается, что основным активным ингредиентом является салидрозид [11].

Другое исследование на крысах, проведенное *in vivo* с использованием стрептозоцина, показало, что экстракт *R. rosea* способен защитить крыс от когнитивных нарушений, повреждения нейронов и окислительного стресса. Наилучший результат был достигнут при использовании дозы 3,0 г/кг, что, вероятно, свя-

зано с антиоксидантными свойствами экстракта в гиппокампе. [12, 13].

Иммунная реакция. Когда в организм человека попадают патогенные микроорганизмы, начинается процесс воспаления. Во время воспаления проницаемость эндотелиального слоя повышается, что приводит к оттоку и накоплению тканевой жидкости в инфицированном месте. Это, в свою очередь, вызывает покраснение и боль. Тем временем лейкоциты, такие как макрофаги и естественные клетки-киллеры (NK-клетки), будут направляться в зону заражения и уничтожать патогенные микроорганизмы. Однако одновременно с этим высвобождается большое количество цитокинов и других цитотоксических веществ, что может привести к некрозу. Было установлено, что экстракт корня и корневища родиолы уменьшает проницаемость эндотелиального слоя и снижает отёк. Он также стимулирует выработку антител и активирует эндоцитоз макрофагов и NK-клеток, что способствует более эффективному уничтожению патогенов [14].

В другом исследовании изучалось влияние экстракта родиолы розовой на иммунную систему. Был использован стандартизированный раствор *R. rosea*, содержащий его основной компонент салидрозид. В зависимости от времени и дозы, у мышей наблюдалась повышенная секреция как Th1- (интерлейкин-2 [IL-2] и интерферон γ [IFN- γ]), так и Th2- (IL-4 и IL-10) цитокинов [15].

Кроме того, водные и 50% этанольные экстракты *R. kirilowii* показали, что они стимулируют активность гранулоцитов и реакцию лимфоцитов на митогены в лабораторных условиях. Лучший результат был достигнут при использовании средней дозы 5 мкг/мл [16].

Недавние исследования обнаружили,

что экстракты и салидрозид, полученные из растений рода родиола, способствуют как специфическому, так и неспецифическому иммунитету как в условиях живого организма, так и в лабораторных тестах [10].

Предполагается, что экстракты родиолы усиливают выработку цитокинов Th1, при этом не затрагивая Th2-профиль, что способствует укреплению иммунитета. Таким образом, экстракты родиолы могут быть перспективными в качестве иммуностимулирующего средства. В целом, экстракты родиолы проявили большую активность, чем чистые соединения салидрозид и розавин [15].

Адаптогенный эффект. Растения рода Родиола, такие как Родиола розовая (*Rhodiola rosea*) и Родиола имбриката (*Rhodiola imbricata*), славятся своими адаптогенными свойствами. Адаптогены - это природные вещества, которые помогают организму адаптироваться к стрессовым ситуациям, укрепляют его сопротивляемость и позволяют легче справляться с физическими и эмоциональными нагрузками.

Растения рода Родиола произрастают в суровых условиях, таких как горные склоны и холодные климатические зоны. Чтобы выжить в этих непростых местах, они выработали уникальные приспособления. И корни, и надземные части этих растений содержат биологически активные соединения, обладающие целебными свойствами.

Растения рода Родиола известны своим адаптогенным действием, то есть способностью улучшать адаптацию организма к различным стрессовым ситуациям. Они нормализуют работу нервной системы, повышают физическую выносливость и устойчивость к умственному и физическому утомлению. Основными активными компонентами растений,

относящихся к роду Родиола, являются фенилэтанойды, флавоноиды, фенолические кислоты и эфирные масла. Эти вещества обладают антиоксидантными свойствами, а также способствуют нормализации гормональной системы, улучшению кровообращения и обмена веществ в организме.

Растения рода Родиола обладают уникальными адаптогенными свойствами, которые выражаются в следующих эффектах:

1. Стимуляция нервной системы: Родиола оказывает благотворное влияние на нервную систему, помогая снизить уровень стресса и усталости, улучшить настроение, а также повысить концентрацию и когнитивные способности [1, 10, 13, 17, 18].

2. Укрепление физической выносливости: растения из рода Родиола известны своими свойствами повышать выносливость и энергетический потенциал, что благотворно сказывается на физической работоспособности и спортивных достижениях [1, 17-20].

3. Адаптация к окружающей среде: Родиола оказывает помощь организму в адаптации к сложным условиям, включая холод, высоту, а также физические и эмоциональные нагрузки [17-19].

4. Укрепление иммунной системы: Родиола обладает уникальными иммуномодулирующими свойствами, что делает её незаменимым инструментом для повышения сопротивляемости организма инфекциям и укрепления иммунной системы [16, 21, 22].

5. Снижение тревожности и улучшение сна: растения рода Родиола известны своим успокаивающим действием, что позволяет им эффективно бороться с тревогой и бессонницей, способствуя спокойному и здоровому сну [23-25].

6. В целом, растения рода Родиола

обладают адаптогенным действием, что означает, что они способны нормализовать физиологические процессы в организме и улучшить его способность адаптироваться к стрессовым ситуациям.

Родиола - популярное растение в традиционной медицине многих культур, где её применяют для повышения выносливости, уменьшения усталости и улучшения физической и умственной работоспособности.

Одним из ключевых аспектов действия Родиолы является её способность регулировать уровень стрессовых гормонов, таких как кортизол. Научные исследования подтвердили, что приём экстракта Родиолы способен снижать уровень кортизола в организме, что, в свою очередь, способствует эффективному преодолению стресса и улучшению психоэмоционального состояния [25-27].

Другие исследования показывают, что родиола может способствовать выработке нейротрансмиттеров, таких как серотонин, допамин и норэпинефрин. Эти вещества играют важную роль в формировании настроения и эмоционального состояния [28, 29].

Это может быть полезно в борьбе с депрессией, тревожностью и для улучшения общего состояния психического здоровья.

В целом, адаптогенные свойства родиолы делают её ценным растением, способствующим поддержанию физической и эмоциональной стабильности, а также улучшению общего самочувствия. Однако для более глубокого понимания механизмов её действия и определения оптимальных дозировок и режимов применения необходимы дополнительные исследования.

Противовирусная активность растений рода Родиолы. Научные исследова-

ния противовирусной активности растений рода Родиола продолжаются, однако до сих пор не все аспекты этого явления изучены и не получили достаточного подтверждения.

В некоторых исследованиях было выявлено, что экстракты Родиолы обладают противовирусным действием против определённых вирусов. Например, в некоторых работах было показано, что экстракт Родиолы розовой может оказывать противовирусный эффект против вируса Коксаки В3 (CVB3).

Wang H. и его коллеги провели исследование, посвященное изучению противовирусных свойств салидрозида - основного компонента родиолы розовой. В своих экспериментах они проверили эффективность салидрозида в борьбе с вирусом CVB3 *in vitro* и *in vivo*. Кроме того, учёные оценили влияние салидрозида на экспрессию мРНК некоторых ключевых цитокинов в сердцах инфицированных мышей с помощью метода RT-PCR. Салидрозид продемонстрировал ярко выраженные противовирусные свойства как в экспериментах *in vitro*, так и *in vivo*. Учёные обнаружили, что салидрозид способен модулировать экспрессию мРНК гамма-интерферона, интерлейкина-10, фактора некроза опухоли-альфа и интерлейкина-2, что свидетельствует о его потенциальной роли в противовирусной защите [30].

Таким образом, было выявлено, что салидрозид обладает противовирусной активностью в отношении CVB3 и может стать перспективным средством для лечения вирусного миокардита.

D. Diwaker и его коллеги выяснили, что экстракт *R. imbricata* подавляет размножение вируса денге, активируя гены врождённого иммунного ответа RIG-I, MDA5 и ISG в человеческих моноцитах. В ходе данного исследования было вы-

явлено, что экстракт *R. imbricata* активизирует экспрессию генов ISG, RIG-I и MDA5, а также способствует усилению иммунного ответа на инфекцию, вызванную вирусом денге. Экстракт *R. imbricata* запускает сложные процессы в организме, которые активизируют определённые сигнальные пути. Эти пути, в свою очередь, стимулируют выработку интерферонов первого типа и противовоспалительных цитокинов, что способствует уничтожению вирусов. Исследования показали, что родиола увеличивает уровень фосфорилирования белков eIF-2 α , PKR и NF-kB в инфицированных клетках. Кроме того, было установлено, что родиола способствует увеличению количества естественных киллеров (NK-клеток) в мононуклеарных клетках периферической крови человека, инфицированных вирусом денге. Эти результаты свидетельствуют о том, что Родиола вызывает фармакологическую модификацию путей передачи сигналов RIG-I, MDA5 и ISG, способствуя формированию благоприятного противовирусного иммунного ответа на вирус денге [31]. Это открывает новые горизонты для разработки терапевтических стратегий в борьбе с инфекцией.

Döring K. и другие учёные исследовали, как экстракт растения Родиола розовая (SHR-5) непосредственно воздействует на вирус гриппа. Они сосредоточились на изучении комбинированного эффекта активных флавоноидов родиозина и трицина, а также на эффекте фракции, обогащённой танинами (ТЭ). Кроме того, исследователи изучили спектр противовирусной активности, механизм действия и возможность развития устойчивости к SHR-5 в опытах *in vitro*. Результаты показали, что сочетание родиозина и трисина не оказывает синергетического эффекта против ви-

руса гриппа. Однако фракция ТЭ, основными компонентами которой являются продельфинидиновые галлатные олигомеры, продемонстрировала мощное противовирусное действие. ТЭ эффективно препятствовала размножению вирусов гриппа A(H1N1) pdm09, A(H3N2) и B (Victoria и Yamagata), включая штаммы, устойчивые к ингибиторам нейраминидазы и/или ионным каналам M2. Кроме того, исследования выявили, что SHR-5 и ТЭ обладают вирулицидной активностью, препятствуя адсорбции вируса, блокируя активность нейраминидазы и не позволяя вирусу распространяться. В ходе экспериментов *in vitro* не было зафиксировано случаев развития резистентности [32].

Таким образом, исследования подтверждают, что растительный экстракт родиолы розовой (SHR-5) обладает широким спектром прямых антивирусных свойств в отношении вируса гриппа. SHR-5 не вызывает резистентности, что в сочетании с его известной способностью укреплять защитные силы организма, делает его потенциальным адаптогеном для борьбы с инфекцией гриппа.

В другом исследовании, проведённом Jeong H.J. и его коллегами, были выделены пять флавоноидов из корней растения Родиола розовая. Эти флавоноиды были сравнены с коммерчески доступными аналогами, чтобы понять связь между их структурой и биологической активностью. Все соединения продемонстрировали высокую активность в отношении нейраминидазы, при этом значения IC50 варьировались от 0,8 до 56,9 мкМ. В ходе исследования *in vitro* была изучена антивирусная активность флавоноидов в отношении двух штаммов гриппа: H1N1 (A/PR/8/34) и H9N2 (A/Chicken/Korea/MS96/96). Было установлено, насколько эффективно флавонои-

ды способны подавлять цитопатический эффект вируса (CPE) в клетках MDCK (Madin-Darby canine kidney). Было установлено, что активность этих соединений против вируса гриппа H1N1 составляет от 30,2 до 99,1 микромоляр, а против H9N2 - от 18,5 до 133,6 микромоляр. Среди исследованных соединений госсипетин продемонстрировал наибольшую ингибирующую активность, показав значения IC₅₀ 0,8 и 2,6 мкМ в отношении нейраминидазы из *Clostridium perfringens* и рекомбинантного вируса гриппа А (rvH1N1) соответственно. В отличие от этого, кемпферол продемонстрировал наибольшую активность против двух штаммов гриппа: H1N1 и H9N2. Его показатели EC₅₀ составили 30,2 и 18,5 мкМ соответственно. Эта активность была связана с расположением и количеством гидроксильных групп, которые находятся в составе флавоноидов [33].

В исследовании под названием «Identification of Ellagic Acid from *Rhodiola rosea* L. as an Anti-Ebola Virus Entry Inhibitor» изучалась возможность использования традиционных китайских лекарственных препаратов (ТСМ) в качестве источника биологически активных веществ, обладающих антивирусной активностью против вируса Эбола. Исследователи изучили 373 экстракта из 128 традиционных китайских лекарственных средств (ТСМ) на предмет их способности ингибировать проникновение вируса Эбола в клетки. Среди них был обнаружен экстракт растения *Rhodiola rosea*, который продемонстрировал особое и сильное торможение входа в клетку как вируса Эбола, так и вируса Марбург. Кроме того, были обнаружены два соединения - эллаговая кислота и галловая кислота. Они оказались самыми эффективными среди двадцати коммерческих веществ, извлечённых из *Rhodiola*

rosea. Исследования на вирусах Эбола подтвердили активность экстракта и двух выделенных из него соединений. Эксперименты по определению времени добавления позволили предположить, что экстракт *Rhodiola rosea* и активные соединения в его составе действуют на ранней стадии инфекционного цикла - после того, как вирус прикрепляется к клетке, но до слияния его оболочки с клеточной мембраной [34].

Полученные результаты свидетельствуют о том, что *Rhodiola rosea* может быть эффективным средством в борьбе с вирусом Эбола.

Garg P. и другие учёные пришли к выводу, что родиола розовая естественным образом укрепляет иммунитет в борьбе с вирусами. Эта гипотеза была основана на сравнительном исследовании ремдесивира (RDV) и родиолы розовой в контексте COVID-19 [35]. Синтетические препараты могут вызывать побочные эффекты, в то время как растительные фитохимикаты и их соединения оказывают естественное воздействие на вирус. Они предотвращают его размножение и усиливают иммуномодулирующую функцию организма, что способствует более эффективному противостоянию вирусу.

Ремдесивир представляет собой аналог аденозинтрифосфата (АТФ), который блокирует процесс копирования и размножения вирусного генома. Однако, как и многие другие лекарства, ремдесивир может иметь побочные эффекты, в частности, оказывать негативное влияние на печень и почки. В ходе исследований были выявлены случаи повышения уровня ферментов печени, что свидетельствует о возможных негативных последствиях приёма ремдесивира. Поэтому необходимо искать безопасные и инновационные лекарства, которые не

вызывают побочных эффектов. Родиола розовая может стать лучшей альтернативой для лечения вирусных заболеваний. Она широко известна как эффективное противовирусное средство, способствующее укреплению клеточного и гуморального иммунитета. Хотя и ремдесивир (RDV), и Родиола розовая обладают схожими противовирусными свойствами, однако в случае с ремдесивиром есть риск развития заболеваний печени. Исходя из этого, можно предположить, что растительные препараты на основе родиолы розовой могут стать эффективной альтернативой для лечения COVID-19. Эти препараты обладают сходным с ремдесивиром противовирусным действием, что делает их перспективными в борьбе с вирусными инфекциями.

Тем не менее, стоит отметить, что противовирусная активность Родиолы и механизмы её действия требуют дальнейшего изучения. Для оценки эффективности и безопасности применения Родиолы в борьбе с конкретными вирусными инфекциями необходимы более глубокие исследования, включая клинические испытания на людях.

Заключение. Анализ имеющихся научных источников показал, что химический состав Родиолы разнозубчатой изучен недостаточно. Поэтому необходимы дополнительные исследования, чтобы углубить наши знания о фармакологических свойствах и природных качествах родиолы разнозубчатой. Такие исследования помогут в дальнейшем развитии её применения в медицине, фармацевтике и других отраслях.

Растения рода Родиола обладают разнообразными целебными свойствами, включая адаптогенные, противораковые, нейропротекторные, противовирусные и иммуномодулирующие эффекты.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Khanum F, Bawa A.S, Singh B. Rhodiola rosea: A versatile adaptogen. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2005; 4(3): 55–62.
2. Jamioł M, Wawrzykowski J, Dec M, Wilk A, Czelej M. Comparison of Various Techniques for the Extraction, Analysis of Compounds and Determination of Antioxidant Activities of Rhodiola Spp. A Review. *Food Reviews International.* Taylor and Francis Ltd. 2023; 39(1): 467–487.
3. Choe K.I., Kwon J. H., Park K. H., Oh M. H., Kim M. H., Kim H. H., Lee M. W. The Antioxidant and Anti-inflammatory Effects of Phenolic Compounds Isolated from the Root of Rhodiola sachalinensis A. BOR. *Molecules.* Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). 2012; 17(10): 11484.
4. Ni F.Y. et al. Flavonoids from roots and rhizomes of Rhodiola crenulata. *Chinese Traditional and Herbal Drugs.* Editorial Office of Chinese Traditional and. 2016; 47(2): 214–218.
5. Ma T.X., Shi N., Chen Q., Guo H. J., Wu J. H. Comparison on the antioxidant activity of eight components from Rhodiola in vitro. *Chinese Pharmacological Bulletin.* Publication Centre of Anhui Medical University. 2012; 28(9): 1224–1228.
6. Tu Y, Roberts L, Shetty K, Schneider S. S. Rhodiola crenulata induces death and inhibits growth of breast cancer cell lines. *J Med Food.* J Med Food. 2008; 11(3): 413–423.
7. Bassa L.M., Jacobs C., Gregory K., Henchey E., Ser-Dolansky J., Schneider S.S. Rhodiola crenulata induces an early estrogenic response and reduces proliferation and tumorsphere formation over time in MCF7 breast cancer cells. *Phytomedicine.* Phytomedicine. 2016; 23(1): 87–94.
8. Majewska A, Grażyna H, Mirosława F, Natalia U, Agnieszka P, Alicja Z, Kuraś M. Antiproliferative and antimetabolic effect, S phase accumulation and induction of apoptosis

- and necrosis after treatment of extract from *Rhodiola rosea* rhizomes on HL-60 cells. *J Ethnopharmacol. J Ethnopharmacol.* 2006; 103(1): 43–52.
9. Ha J.H., Jeong H. S., Jeong M. H., Kim S. S., Jin L., Nam J. H., Lee H. Y. Comparison of anti-cancer activities of ultrasonification extracts of callus and roots from *Rhodiola sachalinensis* A. Bor. *Korean Journal of Food Science and Technology.* 2009; 41(5): 552–559.
 10. Qu Z. Q., Zhou Y., Zeng Y. S., Lin Y. K., Li Y., Zhong Z. Q., Chan W. Y. Protective Effects of a *Rhodiola Crenulata* Extract and Salidroside on Hippocampal Neurogenesis against Streptozotocin-Induced Neural Injury in the Rat. *PLoS One. Public Library of Science.* 2012; 7(1): e29641.
 11. Palumbo D.R., Occhiuto F., Spadaro F., Circosta C. *Rhodiola rosea* extract protects human cortical neurons against glutamate and hydrogen peroxide-induced cell death through reduction in the accumulation of intracellular calcium. *Phytother Res. Phytother Res.* 2012; 26(6): 878–883.
 12. Qu Z.Q., Zhou Y., Zeng Y. S., Li Y., Chung P. Pretreatment with *Rhodiola rosea* extract reduces cognitive impairment induced by intracerebroventricular streptozotocin in rats: implication of anti-oxidative and neuroprotective effects. *Biomed Environ Sci. Biomed Environ Sci.* 2009; 22(4): 318–326.
 13. Jacob R., Nalini G., Chidambaranathan N. Neuroprotective effect of *Rhodiola rosea* Linn against MPTP induced cognitive impairment and oxidative stress. *Ann Neurosci. Ann Neurosci.* 2013; 20(2): 47–51.
 14. Tolonen A., Pakonen M., Hohtola A., Jalonen J. Phenylpropanoid Glycosides from *Rhodiola rosa*. *ChemInform. Wiley.* 2003; 51(4): 467-470.
 15. Lin S.S., Chin L.W., Chao P.C., Lai Y.Y., Lin L.Y., Chou M.Y., Chou M.C., Wei J.C., Yang C.C. In vivo Th1 and Th2 cytokine modulation effects of *Rhodiola rosea* standardised solution and its major constituent, salidroside. *Phytother Res.* 2011 Nov; 25(11): 1604-11. doi: 10.1002/ptr.3451
 16. Wójcik R., Siwicki A.K., Skopińska-Rózewska E., Wasiutyński A., Sommer E., Furmanowa M. The effect of Chinese medicinal herb *Rhodiola kirilowii* extracts on cellular immunity in mice and rats. *Pol J Vet Sci.* 2009; 12(3): 399-405.
 17. Stojcheva E.I., Quintela J.C. The effectiveness of *Rhodiola rosea* L. preparations in alleviating various aspects of life-stress symptoms and stress-induced conditions—encouraging clinical evidence. *Molecules. MDPI.* 2022; 27(12): 3902.
 18. Kelly G.S. *Rhodiola rosea*: A Possible Plant Adaptogen. *Alternative Medicine Review x.* 2001; 6(3):293-302.
 19. Grace M.H., Yousef G. G., Kurmukov A. G., Raskin I., Lila M. A. Phytochemical Characterization of an Adaptogenic Preparation from *Rhodiola heterodonta*. *Natural product communications.* 2009; 4(8): 1053–1058. <https://doi.org/10.1177/1934578X0900400807>.
 20. Lee F.T., Kuo T.Y., Liou S.Y., Chien C.T. Chronic *Rhodiola rosea* extract supplementation enforces exhaustive swimming tolerance. *Am J Chin Med.* 2009; 37(3): 557–572.
 21. Li Y., Pham V., Bui M., Song L., Wu C., Walia A., Uchio E., Smith-Liu F., Zi X. *Rhodiola rosea* L.: an herb with anti-stress, anti-aging, and immunostimulating properties for cancer chemoprevention. *Curr Pharmacol Rep.* 2017 Dec; 3(6): 384-395. doi: 10.1007/s40495-017-0106-1
 22. Recio M.C., Giner R.M., Mánuez S. Immunomodulatory and Antiproliferative Properties of *Rhodiola* Species // *Planta Med.* Georg Thieme Verlag, 2016. Vol. 82, № 11–12. P. 952–960.
 23. Hao Y.F., Luo T., Lu Z.Y., Shen C.Y., Jiang J.G. Targets and underlying mechanisms related to the sedative and hypnotic activities of saponins from *Rhodiola rosea* L. (crasulaceae). *Food Funct.* 2021 Nov 1; 12(21):

- 10589-10601. doi: 10.1039/d1fo01178b
24. Li T, Xu G, Wu L, Sun C. Pharmacological studies on the sedative and hypnotic effect of salidroside from the Chinese medicinal plant *Rhodiola sachalinensis*. *Phyto-medicine*. 2007 Sep; 14(9): 601-604. doi: 10.1016/j.phymed.2006.12.016
 25. Jówko E, Sadowski J, Długołęcka B, Gierczuk D, Opaszowski B, Cieśliński I. Effects of *Rhodiola rosea* supplementation on mental performance, physical capacity, and oxidative stress biomarkers in healthy men. *J Sport Health Sci*. 2018 Oct; 7(4): 473-480. doi: 10.1016/j.jsjshs.2016.05.005
 26. Agapouda A, Grimm A, Lejri I, Eckert A, *Rhodiola Rosea* Extract Counteracts Stress in an Adaptogenic Response Curve Manner via Elimination of ROS and Induction of Neurite Outgrowth, *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2022; 19: 5647599. <https://doi.org/10.1155/2022/5647599>
 27. Olsson E.M.G., Von Schéele B., Panossian A.G. A randomised, double-blind, placebo-controlled, parallel-group study of the standardised extract shr-5 of the roots of *Rhodiola rosea* in the treatment of subjects with stress-related fatigue. *Planta Med*. 2009; 75(2): 105–112.
 28. Mao J.J., Xie S.X., Zee J., Soeller I., Li Q.S., Rockwell K., Amsterdam J.D. *Rhodiola rosea* versus sertraline for major depressive disorder: A randomized placebo-controlled trial. *Phytomedicine*. Urban & Fischer. 2015; 22(3): 394–399.
 29. *Rhodiola: Benefits, Side Effects, Dosage, and Interactions* [Electronic resource]. URL: <https://www.verywellmind.com/how-is-rhodiola-rosea-used-to-treat-anxiety-3024972> (accessed: 03.12.2023).
 30. Wang H, Ding Y, Zhou J, Sun X, Wang S. The in vitro and in vivo antiviral effects of salidroside from *Rhodiola rosea* L. against coxsackievirus B3. *Phytomedicine*. 2009 Mar; 16(2-3): 146-55. doi: 10.1016/j.phymed.2008.07.013
 31. Diwaker D, Mishra K.P, Ganju L, Singh S.B. *Rhodiola* inhibits dengue virus multiplication by inducing innate immune response genes RIG-I, MDA5 and ISG in human monocytes. *Arch Virol*. 2014; 159(8): 1975–1986.
 32. Döring K, Langeder J, Duwe S, Tahir A, Grienke U, Rollinger J.M, Schmidtke M. Insights into the direct anti-influenza virus mode of action of *Rhodiola rosea*. *Phytomedicine*. 2022; 96: 153895.
 33. Jeong H.J., Ryu Y.B., Park S.J., Kim J.H., Kwon H.J., Kim J.H., Lee W.S. Neuraminidase inhibitory activities of flavonols isolated from *Rhodiola rosea* roots and their in vitro anti-influenza viral activities. *Bioorg Med Chem*. 2009; 17(19): 6816–6823.
 34. Cui Q, Du R, Anantpadma M, Schafer A, Hou L, Tian J, Rong L. Identification of Ellagic Acid from Plant *Rhodiola rosea* L. as an Anti-Ebola Virus Entry Inhibitor. *Virus-es*. 2018; 10: 152. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. 2018; 10(4): 152.
 35. Garg P, Singh P, Verma K. Remdesivir Break Replication of Virus & *Rhodiola Rosea* Acts Same by Enhancing Immunity. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 2020; 11: 817-825.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Финансовой поддержки не было.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ:

***Джаборова Сахоба Саломудиновна** - аспирант ГУ «Научно-исследовательский фармацевтический центр Республики Таджикистан», Таджикистан.

E-mail: jaborova_sahoba@mail.ru

***Автор для корреспонденции.**

FINANCING

There was no financial support.

CONFLICT OF INTEREST

The author declares no conflict of interest.

INFORMATION ABOUT AUTHOR:

***Jaborova Sahoba Salomudinovna** — Scientific Research Pharmaceutical Center of the Republic of Tajikistan, PhD student, Tajikistan.

E-mail: jaborova_sahoba@mail.ru

***Author for correspondence.**