

Получена: 30/05/2023/ Принята: 21/09/2023 / Опубликовано online: 30/10/2023
УДК 58.09/.098

DOI 10.53511/PHARMKAZ.2023.26.73.051

Р.Н.АЙТБЕКОВ^{1,2}, М.К.МУРЗАХМЕТОВА¹, Г.Т. ЖАМАНБАЕВА¹, А.И.ЖУСУПОВА¹

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

²Институт генетики и физиологии, Алматы, Казахстан

ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА SALVIA OFFICINALIS И ЕГО КОМПОНЕНТОВ

Резюме: Шалфей лекарственный (*Salvia officinalis*) - растение семейства губоцветных. Он произрастает на Ближнем Востоке и в Средиземноморье, но сегодня натурализован по всему миру. В народной медицине *S. officinalis* используется для лечения различных видов расстройств, включая судороги, язвы, подагру, ревматизм, воспаление, головокружение, тремор, паралич, диарею и гипергликемию. В последние годы это растение стало предметом интенсивных исследований, направленных на документирование его традиционного использования и поиск новых биологических эффектов. Эти исследования выявили широкий спектр фармакологической активности *S. officinalis*. В статье представлена обновленная информация о фармакологических результатах, о которых часто сообщалось в отношении *S. officinalis*. Эти результаты включают противоопухолевый, противовоспалительный, антиноцицептивный, антиоксидантный, противомикробный, антимутагенный, антидеменционный, гипогликемический и гиполлипидемический эффекты. Также представлены и обсуждены химические компоненты, ответственные за фармакологические эффекты *S. officinalis*, и клинические исследования этого растения.

Ключевые слова: Шалфей лекарственный, шалфей противовоспалительный, противоопухолевые, флавоноиды.

Р.Н.Айтбеков^{1,2}, М.К.Мурзахметова¹, Г.Т. Жаманбаева¹, А.И.Жусупова¹

¹әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

²Генетика және физиология институты, Алматы, Қазақстан

SALVIA OFFICINALIS ЖӘНЕ ОНЫҢ КОМПОНЕНТТЕРІНІҢ ФАРМАКОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Түйін: дәрілік Шалфей (*Salvia officinalis*) - labiaceae тұқымдасына жататын өсімдік. Оның туған жері Таяу Шығыс пен Жерорта теңізі, бірақ бүгінде бүкіл әлемде натурализацияланған. Халықтық медицинада *S. officinalis* құрысулар, жаралар, подагра, ревматизм, қабыну, бас айналу, тремор, паралич, диарея және гипергликемия сияқты әртүрлі бұзылуларды емдеу үшін қолданылады. Соңғы жылдары бұл өсімдік өзінің дәстүрлі қолданылуын құжаттауға және жаңа биологиялық әсерлерді іздеуге бағытталған қарқынды зерттеулердің тақырыбы болды. Бұл зерттеулер *S. officinalis* фармакологиялық белсенділігінің кең ауқымын анықтады. Мақалада *S. officinalis*-ке қатысты жиі хабарланған фармакологиялық нәтижелер туралы жаңартылған ақпарат берілген. Бұл нәтижелерге ісікке қарсы, қабынуға қарсы, антиноцицептивті, антиоксидантты, микробқа қарсы, антимутагендік,

R.N.Aitbekov^{1,2}, M.K.Murzhakhmetova¹, G.T. Zhamanbayeva¹, A.I.Zhusupova¹

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

²Institute of genetics and physiology, Almaty, Kazakhstan

PHARMACOLOGICAL FEATURES OF SALVIA OFFICINALIS AND ITS COMPONENTS

Summary: *Salvia officinalis* (Sage) is a plant belonging to the Lamiaceae family. It is native to the Middle East and the Mediterranean, but today it is naturalized all over the world. In folk medicine *S. officinalis* is used to treat various disorders such as cramps, ulcers, gout, rheumatism, inflammation, dizziness, tremors, paralysis, diarrhea, and hyperglycemia. In recent years, this plant has been the subject of intensive research aimed at documenting its traditional uses and looking for new biological effects. These studies *S. officinalis* has identified a wide range of pharmacological activity. In the article about *S. officinalis*, updated information is provided on the often-reported pharmacological results. These results include anti-cancer, anti-inflammatory, antinociceptive, antioxidant, antimicrobial, antimutagenic, anti-dementia, hypoglycemic, and hypolipidemic effects. *S. officinalis* the chemical components responsible for the pharmacological action of officinalis and clinical studies of this plant

деменцияға қарсы, гипогликемиялық және гипопиридемиялық әсерлер жатады. *S. officinalis* фармакологиялық әсеріне жауап беретін химиялық компоненттер және осы өсімдіктің клиникалық зерттеулері де ұсынылған және талқыланған.

Түйінді сөздер: дәрілік Шалфей, қабынуға қарсы, шалфей, ісікке қарсы, флавоноидтар.

1. Введение

Salvia officinalis L. (Шалфей) - многолетний круглый кустарник семейства губоцветных (рис. 1). Шалфей является крупнейшим родом этого семейства и включает около 900 видов. Растения этого рода произрастают по всему миру, а вид *S. officinalis* произрастает на Ближнем Востоке и в Средиземноморье. Сегодня он натурализован во всем мире, особенно в Европе и Северной Америке [1]. Надземные части кустарника *S. officinalis* имеют долгую историю использования в кулинарии и традиционной медицине. Благодаря своим вкусовым и приправляющим свойствам это растение широко используется при приготовлении многих блюд. В народной медицине Азии и Латинской Америки он использовался для лечения различных видов расстройств, включая судороги, язвы, подагру, ревматизм, воспаление, головокружение, тремор, паралич, диарею и гипергликемию [2].

В традиционной медицине Европы *S. officinalis* использовался для лечения легкой диспепсии (такой как изжога и вздутие живота), чрезмерного потоотделения, возрастных когнитивных расстройств и воспалений в горле и коже. Немецкая комиссия E одобрила использование *S. officinalis* для ряда медицинских применений, включая воспаление раздражение и диспепсия. В последние годы было проведено много исследований, чтобы задокументировать традиционное применение *S. officinalis* и найти новые биологические эффекты для этого растения. Эти исследования выявили широкий спектр фармакологической активности, включая противоопухолевый, противовоспалительный, антиноцицептивный, антиоксидантный, антимикробный, антимутагенный, антидеменционный, гипогликемический и гипопиридемический эффекты. В этом обзоре были предприняты усилия для обсуждения всех фармакологических результатов, о которых часто сообщалось в отношении *S. officinalis*. Также представлены и обсуждены химические компоненты, ответственные за биологические эффекты этого растения. Кратко описаны некоторые нежелательные эффекты и токсичность *S. officinalis*.

2. Биологически активные соединения *S. officinalis*

Основные фитохимические вещества, содержащиеся в цветках, листьях и стебле *S. officinalis*, хорошо идентифицированы. Широкий спектр компонентов включает алкалоиды, углеводы, жирные кислоты, производные гликозидов (например, сердечные гликозиды, флаво-

ноидные гликозиды, сапонины), фенольные соединения (например, кумарины, флавоноиды, дубильные вещества), полиацетилены, стероиды, терпены/терпеноиды (например, монотерпеноиды, дитерпеноиды, тритерпеноиды, сесквитерпеноиды), а воски содержатся в *S. officinalis*. Структура основных флавоноидов и терпенов/терпеноидов, выделенных из *S. officinalis*, показана на рис. 2 и рис. 3 соответственно. Большинство фитохимических веществ, о которых сообщается в *S. officinalis*, были выделены из его эфирного масла, спиртового экстракта, водного экстракта, бутанольной фракции и приготовления настоя. В эфирном масле, приготовленном из надземных частей *S. officinalis*, охарактеризовано более 120 компонентов. Основными компонентами масла являются борнеол, камфара, кариофиллен, цинеол, элемен, гумулен, леден, пинен и туйон. Спиртовые и водные экстракты *S. officinalis* богаты флавоноидами, в частности розмариновой кислотой и лютеолин-7-глюкозидом. Также фенольные кислоты, такие как кофейная кислота и 3-кофеилхиновая кислота, были обнаружены в метанольном экстракте *S. officinalis*. В настое, приготовленном из *S. officinalis*, было обнаружено несколько флавоноидов, таких как хлорогеновая кислота, эллаговая кислота, эпикатехин, эпигаллокатехин галлат, кверцетин, розмариновая кислота, рутин и лютеолин-7-глюкозид, а также несколько летучих компонентов, таких как борнеол, цинеол, камфара и туйон. Розмариновая кислота и эллаговая кислота являются наиболее распространенными флавоноидами в экстракте настоя *S. officinalis*, за которыми следуют рутин, хлорогеновая кислота и кверцетин. Наиболее распро-

have also been proposed and discussed.

Key words: *Salvia officinalis*, anti-inflammatory, sage, anticancer, flavonoids.



Рисунок 1 – Надземные части *Salvia officinalis* L.

страненными углеводами, описанными в этом растении, являются арабиноза, галактоза, глюкоза, манноза, ксилоза, уроновые кислоты и рамноза [3,4]. Сравнивая фитохимические вещества в цветках, листьях и стебле *S. officinalis*, линалоол является наиболее присутствующим фитохимическим веществом в

стебле; цветки имеют самый высокий уровень α -пинена и цинеола; а борнилацетат, камфен, камфора, гумулен, лимонен и туйон являются наиболее присутствующими фитохимическими веществами в листьях. Однако следует учитывать, что, как и у других трав, химический состав *S. officinalis* будет варьироваться в за

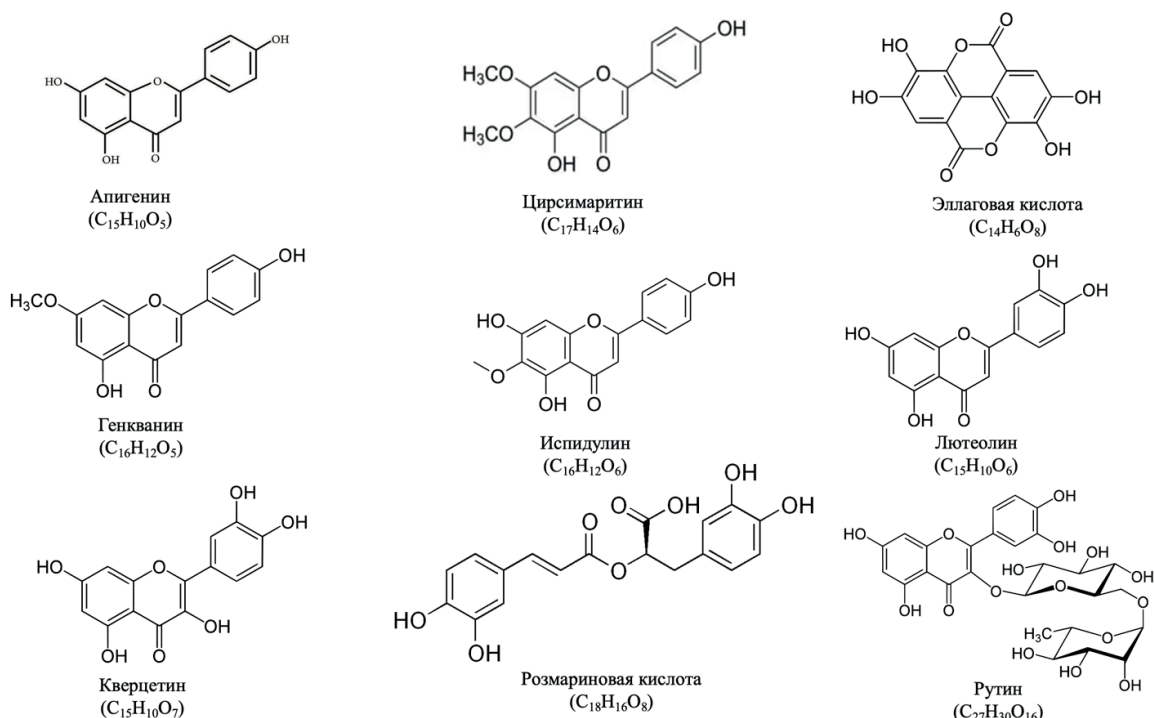


Рисунок 2 - Структура основных флавоноидов, выделенных из шалфея лекарственного (*S. officinalis*).

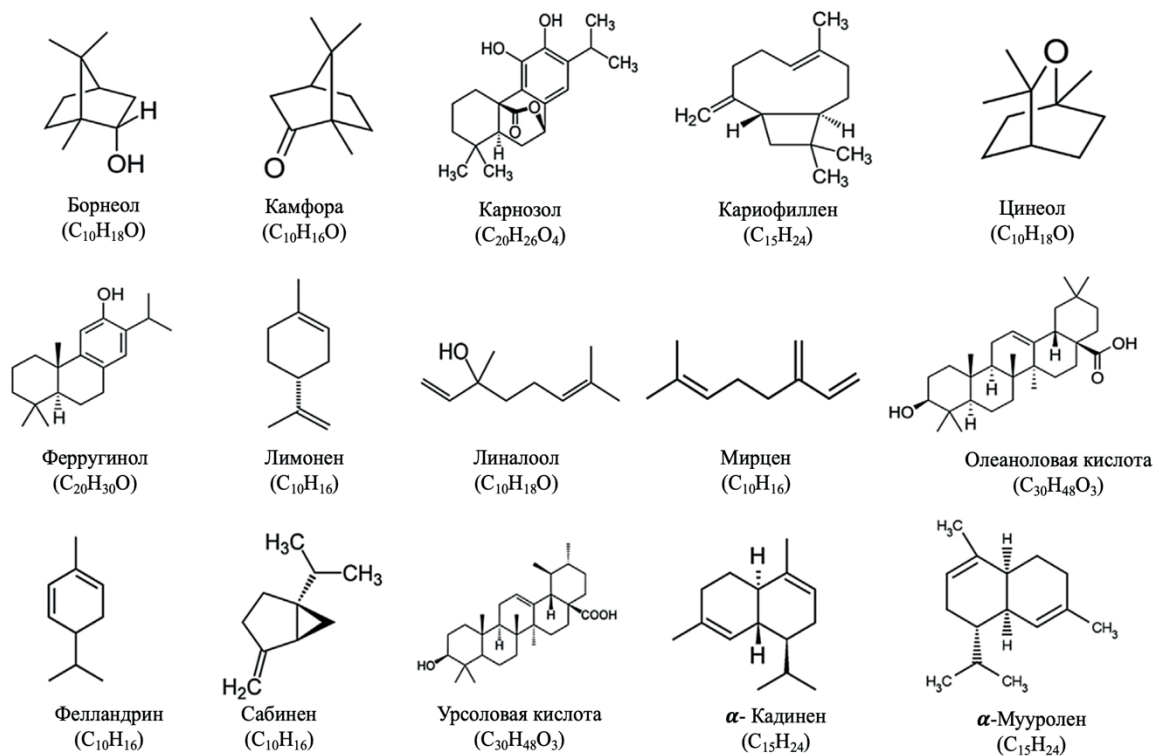


Рисунок 3 - Структура основных терпенов и терпеноидов, выделенных из шалфея лекарственного (*S. officinalis*).

висимости от условий окружающей среды, таких как климат, наличие воды и высота над уровнем моря.

3. Фармакологические свойства S. officinalis

Экспериментальные и клинические исследования фармакологических свойств S. officinalis представлены и обсуждаются в следующих разделах. В таблице 1 обобщены клинические исследования S. officinalis.

3.1. Противоопухолевые и антимуtagenные эффекты

Потенциальная противоопухолевая активность S.

officinalis была изучена на нескольких линиях раковых клеток и на животных моделях рака. Сообщалось, что употребление чая с шалфеем предотвращало начальные фазы канцерогенеза толстой кишки. Экстракты этого растения показали проапоптотическое и ингибирующее рост действие на клеточные линии рака молочной железы (MCF-7), аденокарциномы шейки матки (HeLa), колоректального рака (HCT-116, HCT15, CO115, HT29), инсулиномы (RINm5F), рака гортани (Hep-2), рака легких карцинома (A549), меланома (A375, M14, A2058, B16) и плоскоклеточный

Таблица 1 Клинические исследования фармакологических эффектов S. officinalis.

Раздел	Описание исследования	Объект	Дозировка	Воздействие	Ссылки
Влияние на память и когнитивные функции	Рандомизированное плацебо-контролируемое исследование Рандомизированное плацебо-контролируемое исследование Рандомизированное плацебо-контролируемое исследование Рандомизированное контролируемое исследование	Пациенты с болезнью Альцгеймера Здоровые молодые участники Здоровые пожилые участники Здоровые взрослые участники	60 капель спиртового экстракта в день в течение 16 недели 300 е 600 мг инкапсулированных сухих листьев 167е1332 мг этанолового экстракта вводили за 1, 2,5, 4 и 6 ч до оценки, 5 капель эфирного масла помещали в тестовую камеру	улучшение когнитивных функций мозга Улучшение настроения и когнитивных функций после однократной дозы Улучшение памяти и повышенное внимание Улучшение предполагаемой памяти и когнитивных функций на	10-11
Влияние на боль	Рандомизированное контролируемое исследование Рандомизированное контролируемое исследование	Пациент с фарингитом Пациенты, перенесшие тонзиллэктомию или аденоидэктомию	15%-ный спрей, содержащий 140 мл растительного экстракта на дозу настоя растения, вводили в виде полоскания полости рта через 4-8 ч после операции, а затем 6 раз в день	Уменьшение интенсивности боли в горле на 72 Антиноцицептивный эффект был на 73 не более сильным чем у бензидамина гидрохлорида	12
Влияние на уровень глюкозы и липидов	Рандомизированное контролируемое исследование Рандомизированное контролируемое исследование Рандомизированное контролируемое исследование	Пациенты с впервые диагностированной первичной гиперлипидемией Пациенты с гиперлипидемическим сахарным диабетом 2 типа Пациенты с сахарным диабетом 2 типа	500 мг инкапсулированного водно-спиртового экстракта каждые 8 ч в течение 2 месяцев 500 мг инкапсулированного водно-спиртового экстракта каждые 8 ч в течение 3 месяцев 150 мг экстракта шалфея 3 раза в день в течение 3 месяцев	Снижение уровня общего холестерина, триглицеридов, ЛПНП и ЛПОНП в крови; Повышение уровня ЛПВП Снижение уровня глюкозы в крови, HbA1c, общего холестерина, триглицеридов и ЛПНП; Повышение уровня ЛПВП Снижение уровня глюкозы и общего холестерина через 2 часа после приема пищи; Не влияет на уровень глюкозы натощак, HbA1c, триглицеридов, ЛПНП и ЛПВП	13-15

рак полости рта. В дополнение к антипролиферативному действию *S. officinalis* обладает антимиграционным и антиангиогенным эффектами [5]. Экстракт *S. officinalis* усиливает высвобождение TNF-а и оксида азота из макрофагов, тем самым усиливая его цитотоксический эффект. Эти эффекты могут быть связаны с присутствием в *S. officinalis* нескольких цитотоксических и противоопухолевых соединений. Среди терпенов и терпеноидов, выделенных из *S. лекарственный*, кар-иофиллен и а-гумулен, как было показано, ингибируют рост опухолевых клеток MCF-7 и HCT-116.11 Манол, дитерпен, индуцирует избирательную цитотоксичность в отношении аденокарциномы шейки матки человека и глиобластомы человека. Кроме того, урсоловая кислота, пентациклический тритерпеноид, ингибирует ангиогенез, неопластические протеазы и инвазию клеток меланомы. Среди флавоноидов *S. officinalis* розмариновая кислота была широко изучена на предмет ее противоопухолевых эффектов. Он подавляет рост различных раковых клеток человека, включая аденокарциному молочной железы, карциному толстой кишки, хронический миелоидный лейкоз, карциному предстательной железы, гепатоцеллюлярную карциному и мелкоклеточную карциному легких. В исследованиях на животных розмариновая кислота была способна предотвращать образование опухолей кожи у мышей на модели канцерогенеза кожи, индуцированного диметилбензом(а) антраценом, и предотвращать метастазирование в кости при раке молочной железы [6,7]. Противоопухолевые эффекты этого флавоноида, по-видимому, обусловлены, по крайней мере частично, ингибированием активируемой митогеном протеинкиназы/внеклеточного сигнально-регулируемого киназного пути, подавлением активных форм кислорода (АФК) и ядерного фактора транскрипции -каппа В, а также снижением активности провоспалительного гена циклооксигеназы-2 выражение. Он также ингибирует несколько фаз ангиогенеза (пролиферацию, миграцию, адгезию и образование трубочек) в эндотелиальных клетках.

Появляется все больше доказательств того, что *S. officinalis* может действовать как ингибитор мутагенеза. Было показано, что его эфирное масло уменьшает вызванные ультрафиолетом мутации в *Escherichia coli* и *Saccharomyces cerevisiae*. Его чайный настой снижает частоту мутаций, индуцированных метилметансульфонатом у *Drosophila melanogaster*. Его метанольный экстракт проявляет защитный эффект против генотоксичности, индуцированной циклофосфамидом, у крыс. Это растение также уменьшает вызванное перекисью водорода и диметокси-1,4-нафтохиноном окислительное повреждение ДНК в клетках НерG2. Анти-мутагенный эффект *S. officinalis* в основном приписывается его монотерпеновым соединениям, таким как туйон, камфара, лимонен и 1,8-цинеол. Защитный эффект *S. officinalis* на ДНК можно объяснить его антиоксидантной активностью [8].

3.2. Антиоксидантная активность

Окислительный стресс играет важную роль в возникновении и прогрессировании ряда заболеваний, таких как рак, сердечно-сосудистые заболевания, диабет и неврологические заболевания. Усиленный окислительный стресс возникает, когда выработка АФК митохондриальной электрон-транспортной цепью, NADPH-оксидазой, несвязанным синтезом оксида азота и ксантиоксидазой превышает потенциал антиоксидантной защиты, включая активность каталазы, глутатионпероксидазы и супероксиддисмутазы [9, 44]. Природные антиоксиданты защищают клетки от избыточной выработки АФК и, следовательно, могут противодействовать повреждению тканей, опосредованному окислительным стрессом. Данные нескольких исследований свидетельствуют о том, что *S. officinalis* обладает мощной антиоксидантной активностью. Обогащение питьевой воды крыс экстрактом *S. officinalis* повышает устойчивость гепатоцитов крыс к окислительному стрессу. Он защищает гепатоциты от повреждения ДНК, вызванного диметоксинафтохиноном и перекисью водорода, за счет повышения активности глутатионпероксидазы. Наиболее эффективные антиоксидантные компоненты *S. лекарственными* средствами являются карнозол, розмариновая кислота и карнозиновая кислота, за которыми следуют кофейная кислота, розманол, розмедиал, генкванин и цирсимаритин. Действие карнозола по удалению радикалов сравнимо с действием α -токоферола. Активность производных розмариновой кислоты по удалению супероксидов в разы выше, чем у тролокса, синтетического водорастворимого витамина Е. У крыс, страдающих диабетом, вызванным стрептозотоцином, розмариновая кислота повышает активность каталазы поджелудочной железы, глутатионпероксидазы, глутатион-S-трансферазы и супероксиддисмутазы. В дополнение к розмариновой кислоте, другие флавоноиды особенно кверцетин и рутин, обладают сильной антиоксидантной активностью [16, 17].

3.3. Противовоспалительные и антиноцицептивные свойства

Воспаление и боль — это два основных симптома, которые возникают в ответ на повреждение тканей. Нестероидные противовоспалительные препараты по-прежнему являются ключевым компонентом фармакологического лечения этих симптомов. Однако клиническое применение этих препаратов сопровождается неприятными побочными эффектами, такими как желудочно-кишечные и сердечно-сосудистые осложнения [18, 39]. Таким образом, поиск новых противовоспалительных и антиноцицептивных средств с меньшим нежелательным действием остается привлекательной темой. Фармакологические исследования показали, что *S. лекарственный* препарат обладает противовоспалительным и антиноцицептивным действием. Например, было показано, что это растение помо-

гает контролировать невропатическую боль при периферической невропатии, вызванной химиотерапией. Среди различных экстрактов *S. officinalis* хлороформный оказывает большее противовоспалительное действие, в то время как метанольный экстракт и эфирное масло демонстрируют слабое действие [19]. Флавоноиды и терпены - это соединения, которые, скорее всего, способствуют противовоспалительному и антиноцицептивному действию травы. Мансурабади и соавт. сообщили, что флавоноиды, экстрагированные из *S. officinalis* уменьшают воспаление на мышинной модели с каррагинаном и вызывают анальгезирующий эффект дозозависимым образом. Осакабе и соавторами показали, что местное применение розмариновой кислоты подавляет воспаление эпидермиса. Ма-ноол, карнозол и урсоловая кислота относятся к терпеноидам, обладающим противовоспалительным потенциалом [20, 21]. Противовоспалительное действие урсоловой кислоты в два раза сильнее, чем у индометацина. Это действие компонентов *S. officinalis* может быть ответственно за его антиноцицептивный эффект у пациентов с фарингитом. Однако этот эффект *S. officinalis* не более эффективен, чем бензидамина гидрохлорид, в борьбе с послеоперационной болью после тонзиллэктомии или аденоидэктомии [22, 38].

3.4 Антисептические эффекты

Несколько линий доказательств подтверждают антимикробное действие *S. officinalis*. Эфирное масло и этаноловый экстракт *S. officinalis* обладают сильным бактерицидным и бактериостатическим действием как против грамположительных, так и против грамотрицательных бактерий. Среди грамположительных патогенов высокую чувствительность к *S. officinalis* проявляют *Bacillus cereus*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*, *Listeria monocytogenes* и *Staphylococcus epidermidis*. Воздействие *S. officinalis* на грамотрицательные бактерии зависит от типа используемого экстракта. В то время как эфирное масло *S. officinalis* оказывает значительное ингибирующее действие на рост *Aeromonashydrophila*, *Aeromonas sobria*, *E. coli*, *Klebsiella oxytoca*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas morgani*, *Salmonella anatum*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhi* и *Shigella sonnei*, действие этанолового экстракта на *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* и *S. enteritidis* является слабым [23-27, 48]. Сообщалось, что в дополнение к антибактериальному действию *S. officinalis* оказывает противогрибковое, противовирусное и противомаларийное действие. Сообщалось о противогрибковой активности в отношении *Botrytis cinerea*, *Candida glabrata*, *Candida albicans*, *Candida krusei* и *Candida parapsilosis*. Антимикробные эффекты *S. officinalis* объясняются терпенами и терпеноидными соединениями, содержащимися в этом растении. Было показано, что камфора, туйон и 1,8-цинеол обладают антибактериальным действием в отношении *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas sobria*, *B.*

mega-therium, *B. subtilis*, *B. cereus* и *Klebsiella oxytoca*. Кроме того, олеаноловая кислота и урсоловая кислота, два тритерпеноида *S. officinalis*, оказывают ингибирующее действие на рост бактерий с множественной лекарственной устойчивостью, таких как устойчивые к ванкомицину энтерококки, пенициллинорезистентная стрептококковая пневмония и метициллинрезистентный золотистый стафилококк. Действие урсоловой кислоты на *Enterococcus faecium* и бактерии с множественной лекарственной устойчивостью сильнее, чем у ампициллина. Карнозол, дитерпеноид, и родственное ему соединение карнозиновая кислота являются двумя другими антибактериальными соединениями, получаемыми из *S. officinalis*. Эти соединения усиливают действие аминогликозидов на метициллинрезистентный *S. aureus*. Противовирусная активность *S. officinalis*, скорее всего, опосредована саффицинолидом и шалфеем первым, двумя дитерпеноидами, которые содержатся в его надземных частях [23-27].

3.5 Эффекты, улучшающие когнитивные способности и память

Появляется все больше свидетельств того, что *S. officinalis* обладает эффектом, улучшающим когнитивные способности и память. В исследованиях на животных было показано, что этаноловый экстракт *S. officinalis* увеличивает удержание в памяти навыков пассивного избегания у крыс [28, 37-45]. Водно-спиртовой экстракт *S. officinalis* и его основные флавоноиды розмариновая кислота улучшают когнитивные способности у здоровых крыс и предотвращают дефицит обучения и памяти, вызванный диабетом. Кроме того, водно-спиртовой экстракт *S. officinalis* ослабляет вызванные морфином нарушения памяти [29]. Клинические испытания подтверждают результаты исследований на животных и продемонстрировали, что *S. officinalis* улучшает когнитивные функции как у здоровых участников, так и у пациентов с когнитивными нарушениями или деменцией [30]. Мескита и соавторы сообщили, что аромат эфирного масла *S. officinalis* может улучшить предполагаемые показатели памяти у здоровых взрослых. Кроме того, что этаноловый экстракт этого растения улучшает память и внимание у здоровых пожилых людей. Рандомизированное контролируемое исследование, проведенное показало, что 4-месячное лечение водно-спиртовым экстрактом *S. officinalis* препарат улучшал когнитивные функции у пациентов с болезнью Альцгеймера легкой и умеренной степени тяжести [27, 36,47]. Что касается механизмов, ответственных за эффекты *S. officinalis*, улучшающие когнитивные функции и память, было высказано предположение о потенциальном взаимодействии с холинергической системой, активация мускариновых и никотиновых рецепторов пилокарпином и никотином, соответственно, усиливает эффекты *S. officinalis*, улучшающие память. С другой стороны, блокада мускариновых и никотиновых ре-

цепторов скополамином и мекамиламином, соответственно, ослабляла этот эффект. Кроме того, сообщалось, что *S. officinalis* ингибирует активность ацетилхолинэстеразы. На сегодняшний день ингибиторы ацетилхолинэстеразы являются ведущими препаратами для лечения болезни Альцгеймера, и *S. officinalis* может стать многообещающим источником для разработки терапевтических средств от этого заболевания.

3.6 Метаболические эффекты

Экспериментальные и клинические исследования подтвердили благотворное влияние некоторых лекарственных растений на метаболизм организма, особенно на гликемический статус, уровень липидов в сыворотке крови, липолиз и адипогенез. Недавние фармакологические исследования показали, что различные экстракты надземных частей *S. officinalis* способны снижать уровень глюкозы в крови при нормальных и диабетических состояниях. Механизмы, предложенные для гипогликемического эффекта *S. officinalis* средства включают ингибирование глюконеогенеза гепатоцитов и снижение резистентности к инсулину за счет стимуляции рецептора α , активируемого пролифератором пероксисом (PPAR α). Недавно одна исследовательская группа сообщила, что экстракт *S. officinalis* повышает уровень инсулина в плазме крови у крыс с диабетом, индуцированным стрептозотоцином [30, 48,49]. Однако в своей предыдущей работе они наблюдали, что экстракт не влиял на высвобождение инсулина из поджелудочной железы нормальных крыс или крыс с диабетом. Поэтому необходимы дальнейшие исследования, чтобы выяснить, опосредует ли стимуляция высвобождения инсулина гипогликемический эффект *S. officinalis*.

Фармакологические исследования также показали, что различные экстракты *S. officinalis* снижают содержание липидов в сыворотке крови. Эрнандес-Сааведра и соавт. сообщили, что настой, приготовленный из этого растения, снижал уровни триглицеридов, общего холестерина и липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) в сыворотке крови у крыс с ожирением, вызванным диетой. Это также уменьшило массу тела и брюшного жира у этих животных. Благотворное влияние *S. officinalis* на липидный профиль было также продемонстрировано у больных сахарным диабетом. Это может снизить уровень триглицеридов, холестерина, мочевины, мочевой кислоты, креатинина, аспаратаминотрансферазы (AST) и аланинаминотрансферазы (ALT) у крыс с диабетом, индуцированным стрептозотоцином. В клинических испытаниях экстракт листьев *S. officinalis* мог снижать уровни триглицеридов в крови, общего холестерина, ЛПНП, липопротеидов очень низкой плотности (ЛПОНП) и глюкозы через 2 часа после приема пищи у пациентов с гиперлипидемией и диабетом. Сообщалось также о полезных свойствах употребления чая *S. officinalis* на липидный профиль сыворотки крови здоровых доброволь-

цев, не страдающих диабетом. Поскольку гиперлипидемия является распространенным нарушением обмена веществ, способствующим смертности и заболеваемости вследствие цереброваскулярных и сердечно-сосудистых заболеваний, *S. officinalis* может быть полезен для лечения дислипидемии у пациентов высокого риска, таких как пациенты с сахарным диабетом или гиперхолестеринемией. Благотворное действие *S. officinalis* на дислипидемию может быть связано с присутствующими в растении флавоноидами. Например, лечение розмариновой кислотой снижает уровни триглицеридов и холестерина в сыворотке крови крыс, страдающих диабетом 2 типа, вызванным диетой с высоким содержанием жиров и стрептозотоцином. Кроме того, введение рутина снижает массу жировой ткани и массу тела крыс с ожирением, вызванным диетой с высоким содержанием жиров. Кроме того, этот флавоноид увеличивает размер митохондрий, содержание митохондриальной ДНК и экспрессию генов, связанных с митохондриальным биогенезом (например, коактиватор PPAR α -1 α , ядерный респираторный фактор-1, фактор транскрипции A и никотинамидадениндинуклеотидзависимая деацетилаза) в скелетных мышцах [32,33, 50].

4. Токсикологические исследования

В ряде клинических испытаний сообщалось, что употребление *S. officinalis* не вызывает серьезных побочных эффектов. Однако в случае длительного применения или последующей передозировки этанолового экстракта и эфирного масла *S. officinalis* (что соответствует более чем 15 г листьев) возможны некоторые нежелательные эффекты, такие как рвота, слюноотделение, тахикардия, головокружение, приливы жара, аллергические реакции, глотание языка, цианоз и даже судороги может произойти. Противосудорожное действие масла *S. officinalis* обусловлено его прямым воздействием (в дозах более 0,5 г/кг) на нервную систему. Камфора, туйон и терпенкетоны считаются наиболее токсичными соединениями в *S. officinalis*. Эти соединения могут оказывать токсическое воздействие на плод и новорожденного. Поэтому употребление *S. officinalis* не рекомендуется при беременности и кормлении грудью. Результаты исследований на животных показали, что LD50 масла *S. officinalis* (при пероральном приеме) и метанольного экстракта (при внутрибрюшинном введении) составляет 2,6 г/кг и 4 г/кг соответственно. Сообщалось, что чай *S. officinalis* усиливает гепатотоксичность, индуцированную CCl $_4$, у мышей. Однако в клинических исследованиях не сообщалось о каких-либо гепатотоксических эффектах [34,35, 43].

5. Заключение

Сегодня во всем мире наблюдается большой интерес к традиционной медицине и лечению на основе трав. Поэтому проводятся многочисленные экспериментальные и клинические исследования лекарствен-

ных растений, и существует необходимость в обновлении и интеграции полученных результатов. В этой статье была предпринята попытка обсудить имеющиеся фармакологические данные, о которых часто сообщалось в отношении *S. officinalis*. На основании имеющихся в литературе данных, это растение обладает противоопухолевым, противовоспалительным, антиноцицептивным, антиоксидантным, противомикробным, гипогликемическим, гиполипидемическим и улучшающим память действием. Эффективность *S. officinalis* как антиноцицептивного, гиполипидемического и улучшающего память лекарственного расте-

ния была подтверждена клиническими испытаниями. В дополнение к вышеупомянутым эффектам, в литературе для *S. officinalis* был показан ряд других биологических действий, таких как активация бензодиазепиновых рецепторов и ингибирование судорог, вызванных пентилентетразолом. Возможное терапевтическое применение этих эффектов *S. officinalis* должно быть выяснено в будущих исследованиях. Кроме того, необходимы будущие работы, чтобы понять точные молекулярные механизмы, ответственные за эффекты *S. officinalis*, его токсичность и межлекарственные взаимодействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- 1 Bisset NG, Wichtl M. Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals: A Handbook for Practice on a Scientific Basis with Reference to German Commission E Monographs. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press; 2001:440e443.
- 2 Miura K, Kikuzaki H, Nakatani N. Apianane terpenoids from *Salvia officinalis*. *Phytochemistry*. 2001;58:1171-1175.
- 3 Keshavarz M, Mostafaie A, Mansouri K, Bidmeshkipour A, Motlagh HR, Parvaneh S. In vitro and ex vivo antiangiogenic activity of *Salvia officinalis*. *Phytother Res*. 2010;24:1526-1531.
- 4 Drugs and Lactation Database (LactMed®) [Internet]. Bethesda (MD): National Institute of Child Health and Human Development; 2006-. Sage. 2021 Jan 18. PMID: 30000875.
- 5 MotMD, Gavrilas S, Lupita AI, Mouse C, Chambre D, Tit DM, Bogdan MA, Bodescu AM, Copolovici L, Copolovici DM, Bungau SG. *Salvia officinalis* L. Essential Oil: Characterization, Antioxidant Properties, and the Effects of Aromatherapy in Adult Patients. *Antioxidants (Basel)*. 2022 Apr 21;11(5):808. doi: 10.3390/antiox11050808. PMID: 35624672; PMCID: PMC9137537.
- 6 Yuan R., Zhang D., Yang J., Wu Z., Luo C., Han L., Yang F., Lin J., Yang M. Review of Aromatherapy Essential Oils and Their Mechanism of Action Against Migraines. *J. Ethnopharmacol*. 2021;265:113326. doi: 10.1016/j.jep.2020.113326.
- 7 Winkelman W.J. Aromatherapy, Botanicals, and Essential Oils in Acne. *Clin. Dermatol*. 2018;36:299–305. doi: 10.1016/j.clindermatol.2018.03.004.
- 8 Lizarraga-Valderrama L.R. Effects of Essential Oils on Central Nervous System: Focus on Mental Health. *Phytother. Res*. 2021;35:657–679. doi: 10.1002/ptr.6854.
- 9 Zeynalian M., Eshaghi M., Hadian M., Naji H., Marandi S.M.M., Asgary S. Eight Essential Foods in Iranian Traditional Medicine and their Role in Health Promotion and Well-being. *Int. J. Prev. Med*. 2017;8:2. doi: 10.4103/2008-7802.197688.
- 10 GomarA, Hosseini A, Mirazi N. Evaluation of *Salvia officinalis* L. (sage) leaves on morphine-induced memory impairment in adult male rats. *Focus Altern Complement Ther*. 2014;19:156-162.
- 11 Kennedy DO, Pace S, Haskell C, Okello E J, Milne A, Scholey AB. Effects of cholinesterase inhibiting sage (*Salvia officinalis*) on mood, anxiety and performance on a psychological stressor battery. *Neuropsychopharmacology*. 2006;31:845-852.
- 12 Hubbert M, Sievers H, Lehnfeld R, Kehrl W. Efficacy and tolerability of a spray with *Salvia officinalis* in the treatment of acute pharyngitis e a randomised, double-blind, placebo-controlled study with adaptive design and interim analysis. *Eur J Med Res*. 2006;11:20-26.
- 13 Kianbakht S, Abbasi B, Perham M, Hashem Dabaghian F. Antihyperlipidemic effects of *Salvia officinalis* L. leaf extract in patients with hyperlipidemia: a randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. *Phytother Res*. 2011;25:1849-1853.
- 14 Kianbakht S, Dabaghian FH. Improved glycemic control and lipid profile in hyperlipidemic type 2 diabetic patients consuming *Salvia officinalis* L. leaf extract: a randomized placebo controlled clinical trial. *Complement Ther Med*. 2013;21:441-446.
- 15 Sa CM, RamosAA, AzevedoMF, LimaCF, Fernandes-FerreiraM, Pereira- Wilson C. Sage tea drinking improves lipid profile and antioxidant defences in humans. *Int J Mol Sci*. 2009;10:3937-3950.
- 16 Contrada M, Cerasa A, Tonin P, Bagetta G, Scutari D. Aromatherapy in Stroke Patients: Is it Time to Begin? *Front Behav Neurosci*. 2021 Dec 8;15:749353. doi: 10.3389/fnbeh.2021.749353. PMID: 34955776; PMCID: PMC8692756.
- 17 Lillehei AS, Halcon LL. A systematic review of the effect of inhaled essential oils on sleep. *J Altern Complement Med*. 2014 Jun;20(6):441-51. doi: 10.1089/acm.2013.0311. Epub 2014 Apr 10. PMID: 24720812.
- 18 Almana T.N., Alharbi N.S., Ramachandran G., Chelliah C.K., Rajivgandhi G., Manoharan N., Kadaikunnan S., Khaled J.M., Alanzi K.F. Anti-biofilm Effect of Nerium oleander Essential Oils Against Biofilm Forming *Pseudomonas aeruginosa* on Urinary Tract Infections. *J. King Saud Univ. Sci*. 2021;33:101340. doi: 10.1016/j.jksus.2021.101340.
- 19 Valdivieso-Ugarte M., Plaza-Diaz J., Gomez-Llorente C., Gomez E.L., Sabes-Alsina M., Gil A. In Vitro Examination of Antibacterial and Immunomodulatory Activities of Cinnamon, White Thyme, and Clove Essential Oils. *J. Funct. Foods*. 2021;81:104436. doi: 10.1016/j.jff.2021.104436.
- 20 Rzepa J, Wojtal L, Staszek D, Grygierczyk G, LabeK, Hajnos M, Kowalska T, Waksmundzka-Hajnos M. Fingerprint of selected *Salvia* species by HS-GC-MS analysis of their volatile fraction. *J Chromatogr Sci*. 2009 Aug;47(7):575-80. doi: 10.1093/chromsci/47.7.575. PMID: 19772730.
- 21 Russo P, Frustaci A, Del Bufalo A, Fini M, Cesario A. From traditional European medicine to discovery of new drug candidates for the treatment of dementia and Alzheimer's disease: acetylcholinesterase inhibitors. *Curr Med Chem*. 2013;20(8):976-83. PMID: 23210783.
- 22 Bagheri H, Salmani T, Nourian J, Mirrezaie SM, Abbasi A, Mardani A, Vlaisavljevic Z. The Effects of Inhalation Aromatherapy Using Lavender Essential Oil on Postoperative Pain of Inguinal Hernia: A Randomized Controlled Trial. *J Perianesth Nurs*. 2020 Dec;35(6):642-648. doi: 10.1016/j.jopan.2020.03.003. Epub 2020 Jul 21. PMID: 32709507.
- 23 Chraibi M., Fadil M., Farah A., Lebrazi S., Fikri-Benbrahim K. Antimicrobial Combined Action of *Mentha pulegium*, *Ormenis mixta* and *Mentha piperita* Essential Oils Against *S. aureus*, *E. coli* and *C. tropicalis*: Application of Mixture Design Methodology. *LWT-Food Sci. Technol*. 2021;145:111352. doi: 10.1016/j.lwt.2021.111352.
- 24 Bertone AC, Dekker RL. Aromatherapy in Obstetrics: A Critical Review of the Literature. *Clin Obstet Gynecol*. 2021 Sep 1;64(3):572-588. doi: 10.1097/GRF.0000000000000622. PMID: 33927109.
- 25 Deng C, Xie Y, Liu Y, Li Y, Xiao Y. Aromatherapy Plus Music Therapy Improve Pain Intensity and Anxiety Scores in Patients With Breast Cancer During Perioperative Periods: A Randomized Controlled Trial. *Clin Breast Cancer*. 2022 Feb;22(2):115-120. doi: 10.1016/j.clbc.2021.05.006. Epub 2021 May 20. PMID: 34134947.
- 26 Tang Y, Gong M, Qin X, Su H, Wang Z, Dong H. The Therapeutic Effect of Aromatherapy on Insomnia: a Meta-Analysis. *J Affect Disord*. 2021 Jun 1;288:1-9. doi: 10.1016/j.jad.2021.03.066. Epub 2021 Mar 26. PMID: 33839552.

- 27 Mesquita KDSM, Feitosa BS, Cruz JN, Ferreira OO, Franco CJP, Cascaes MM, Oliveira MS, Andrade EHA. Chemical Composition and Preliminary Toxicity Evaluation of the Essential Oil from *Peperomia circinnata* Link var. *circinnata*. (Piperaceae) in *Artemia salina* Leach. *Molecules*. 2021 Dec 3;26(23):7359. doi: 10.3390/molecules26237359. PMID: 34885940; PMCID: PMC8659193.
- 28 Halicioğlu O, Astarcioglu G, Yaprak I, Aydinlioglu H. Toxicity of *Salvia officinalis* in a newborn and a child: an alarming report. *Pediatr Neurol*. 2011 Oct;45(4):259-60. doi: 10.1016/j.pediatrneurol.2011.05.012. PMID: 21907890.
- 29 Ahangari F, Farshbaf-Khalili A, Javadzadeh Y, Adibpour M, Sadeghzadeh Oskouei B. Comparing the effectiveness of *Salvia officinalis*, clotrimazole and their combination on vulvovaginal candidiasis: A randomized, controlled clinical trial. *J Obstet Gynaecol Res*. 2019 Apr;45(4):897-907. doi: 10.1111/jog.13918. Epub 2019 Jan 20. PMID: 30663184.
- 30 Ovidi E, Laghezza Masci V, Zambelli M, Tiezzi A, Vitalini S, Garzoli S. *Laurus nobilis*, *Salvia sclarea* and *Salvia officinalis* Essential Oils and Hydrolates: Evaluation of Liquid and Vapor Phase Chemical Composition and Biological Activities. *Plants (Basel)*. 2021 Apr 6;10(4):707. doi: 10.3390/plants10040707. PMID: 33917630; PMCID: PMC8067454.
- 31 Ghorbani A, Esmaelzadeh M. Pharmacological properties of *Salvia officinalis* and its components. *J Tradit Complement Med*. 2017 Jan 13;7(4):433-440. doi: 10.1016/j.jtcme.2016.12.014. PMID: 29034191; PMCID: PMC5634728.
- 32 Pearson ACS, Cutshall SM, Hooten WM, Rodgers NJ, Bauer BA, Bhangra A. Perspectives on the use of aromatherapy from clinicians attending an integrative medicine continuing education event. *BMC Complement Altern Med*. 2019 Jul 12;19(1):174. doi: 10.1186/s12906-019-2572-y. PMID: 31299970; PMCID: PMC6625079.
- 33 Rafiee Sarbijan Nasab F, Mangolian Shahrbabaki P, Dehghan M, Tajadini H, Baniyasi H, Sabzevari S. Effect of Abdominal Massage with and without *Salvia officinalis* on Nausea and Vomiting in Patients with Cancer Undergoing Chemotherapy: A Randomized Clinical Trial. *J Oncol*. 2021 Oct 6;2021:9989228. doi: 10.1155/2021/9989228. PMID: 34659415; PMCID: PMC8514906.
- 34 Moslemi F, Alijaniha F, Naseri M, Kazemnejad A, Charkhkar M, Heidari MR. Citrus aurantium Aroma for Anxiety in Patients with Acute Coronary Syndrome: A Double-Blind Placebo-Controlled Trial. *J Altern Complement Med*. 2019 Aug;25(8):833-839. doi: 10.1089/acm.2019.0061. Epub 2019 Jun 18. PMID: 31211612.
- 35 Craft JD, Satyal P, Setzer WN. The Chemotaxonomy of Common Sage (*Salvia officinalis*) Based on the Volatile Constituents. *Medicines (Basel)*. 2017 Jun 29;4(3):47. doi: 10.3390/medicines4030047. PMID: 28930262; PMCID: PMC5622382.
- 36 Jalalipour M, Yegdaneh A, Talebi A, Minaiyan M. *Salvia officinalis* leaf extracts protect against acute colitis in rats. *Res Pharm Sci*. 2022 Jul 14;17(4):350-359. doi: 10.4103/1735-5362.350236. PMID: 36034079; PMCID: PMC9400462.
- 37 Ammar Aldaddou W, Aljohani ASM, Adewale Ahmed I, Al-Wabel NA, El-Ashmawy IM. *Salvia officinalis* L. Methanolic Extract Reduces Lead and Nicotine-Induced Sperm Quality Degeneration in Male Rats. *Chem Biodivers*. 2023 May 26:e202300115. doi: 10.1002/cbdv.202300115. Epub ahead of print. PMID: 37236909.
- 38 Abdel Rahman AN, Van Doan H, Elsheshtawy HM, Dawood A, Salem SMART, She rabbani, Masoud SR, Abdelnaeim NS, Khamis T, Alkafafy M, Mahboub HH. Dietary *Salvia officinalis* leaves enhances antioxidant-immune-capacity, resistance to *Aeromonas sobria* challenge, and growth of *Cyprinus carpio*. *Fish Shellfish Immunol*. 2022 Aug;127:340-348. doi: 10.1016/j.fsi.2022.06.030. Epub 2022 Jun 27. PMID: 35772675.
- 39 Ghorbel Koubaa F, Chaâbane M, Chiab N, Jdidi H, Sefi M, Boudawara O, Turki M, Gargouri Bouzid R, Boudawara Sellami T, Makni Ayadi F, El Feki A. Beneficial effects of *Salvia officinalis* essential oil on vanadium-induced testicular injury, DNA damage and histological alterations in Wistar rats. *Biometals*. 2022 Oct;35(5):833-851. doi: 10.1007/s10534-022-00407-3. Epub 2022 Jun 28. PMID: 35763150.
- 40 Pachura N, Zimmer A, Grzywna K, Figiel A, Szumny A, Łyczko J. Chemical investigation on *Salvia officinalis* L. Affected by multiple drying techniques - The comprehensive analytical approach (HS-SPME, GC-MS, LC-MS/MS, GC-O and NMR). *Food Chem*. 2022 Dec 15;397:133802. doi: 10.1016/j.foodchem.2022.133802. Epub 2022 Jul 26. PMID: 35914462.
- 41 Busato I, Bertaiola O, Tundo S, Guamerio C, Lucchetta M, Sella L, Pressi G, Favaron F. A Phytocomplex Obtained from *Salvia officinalis* by Cell Culture Technology Effectively Controls the Grapevine Downy Mildew Pathogen *Plasmopara viticola*. *Plants (Basel)*. 2022 Oct 11;11(20):2675. doi: 10.3390/plants11202675. PMID: 36297699; PMCID: PMC9606852.
- 42 Yang H, Chen H, Ni Y, Li J, Cai Y, Wang J, Liu C. Mitochondrial Genome Sequence of *Salvia officinalis* (Lamiales: Lamiaceae) Suggests Diverse Genome Structures in Cogenetic Species and Finds the Stop Gain of Genes through RNA Editing Events. *Int J Mol Sci*. 2023 Mar 11;24(6):5372. doi: 10.3390/ijms24065372. PMID: 36982448; PMCID: PMC10048906.
- 43 Paloukopoulos C, Karioti A. A Validated Method for the Determination of Carnosic Acid and Carnosol in the Fresh Foliage of *Salvia rosmarinus* and *Salvia officinalis* from Greece. *Plants (Basel)*. 2022 Nov 15;11(22):3106. doi: 10.3390/plants11223106. PMID: 36432835; PMCID: PMC9697906.
- 44 Dab H, Ben Hamed S, Jery A, Chehidi A, Zourgui L. Effect of *Salvia officinalis* aqueous infusion on copper sulfate-induced inflammatory response and oxidative stress imbalance in mice liver and kidney. *Drug Chem Toxicol*. 2023 Jun 26:1-10. doi: 10.1080/01480545.2023.2228516. Epub ahead of print. PMID: 37357715.
- 45 Safarpour B, Kenari RE, Farmani J. Evaluation of antioxidant properties of nanoencapsulated sage (*Salvia officinalis* L.) extract in biopolymer coating based on whey protein isolate and Qodumeh Shahri (*Lepidium perfoliatum*) seed gum to increase the oxidative stability of sunflower oil. *Food Sci Nutr*. 2022 Dec 12;11(3):1394-1402. doi: 10.1002/fsn3.3177. PMID: 36911848; PMCID: PMC10002883.
- 46 Martin AP, Martínez MF, Chiesa MA, Garcia L, Gerhardt N, Uviedo F, Torres PS, Marano MR. Priming crop plants with rosemary (*Salvia rosmarinus* Spenn, syn *Rosmarinus officinalis* L.) extract triggers protective defense response against pathogens. *Plant Physiol Biochem*. 2023 Apr;197:107644. doi: 10.1016/j.plaphy.2023.107644. Epub 2023 Mar 15. PMID: 36996636.
- 47 Silva BN, Cadavez V, Caleja C, Pereira E, Calheta RC, Añibarro-Ortega M, Finimundy T, Kostić M, Soković M, Teixeira JA, Barros L, Gonzales-Barron U. Phytochemical Composition and Bioactive Potential of *Melissa officinalis* L., *Salvia officinalis* L. and *Mentha spicata* L. Extracts. *Foods*. 2023 Feb 23;12(5):947. doi: 10.3390/foods12050947. PMID: 36900464; PMCID: PMC10000423.
- 48 Othman MS, Khaled AM, Aleid GM, Farid MA, Hameed RA, Abdel fattah MS, Aldine DE, Moneim AE. Evaluation of antiobesity and hepatorenal protective activities of *Salvia officinalis* extracts pretreatment in high-fat diet-induced obese rats. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2022 Oct;29(49):75043-75056. doi: 10.1007/s11356-022-21092-2. Epub 2022 Jun 1. PMID: 35648345.
- 49 Alibi S, Selma WB, Mansour HB, Navas J. Activity of Essential Oils Against Multidrug-Resistant *Salmonella enteritidis*. *Curr Microbiol*. 2022 Jul 30;79(9):273. doi: 10.1007/s00284-022-02938-x. PMID: 35907084.
- 50 Mohammadian Yasuj SF, Najafian S, Hosseinifarahi M. Comparison monoterpene and sesquiterpene, herbage yield of *Satureja hortensis*, *Thymus vulgaris*, and *Salvia officinalis* from the Fars province of Iran. *Nat Prod Res*. 2022 Jul 15:1-5. doi: 10.1080/14786419.2022.2099390. Epub ahead of print. PMID: 35837738.

Сведения об авторах:

Айтбеков Ринат Нурмоллаевич, <https://orcid.org/0000-0003-2170-1175> магистр естественных наук, PhD докторант по специальности «Биология» КазНУ имени аль-Фараби, младший научный сотрудник института генетики и физиологии, г.Алматы, rinat_ait@mail.ru

Мурзахметова Майра Кабдраушовна, <https://orcid.org/0000-0002-8003-8169> д.б.н., профессор КазНУ имени аль-Фараби, г.Алматы, maira_mur@mail.ru

Жаманбаева Гульжан Төлеугажиевна, <https://orcid.org/0000-0002-7450-2746>, PhD, старший преподаватель КазНУ имени аль-Фараби, г.Алматы, gulzhan.kaznu.kz@gmail.com

Жусупова Айжан Избасаровна, <https://orcid.org/0000-0001-6561-2268>, PhD, старший преподаватель КазНУ имени аль-Фараби, г.Алматы, aizhan.zhusupova@gmail.com

Авторлар туралы мәліметтер

Айтбеков Ринат Нурмоллаулы, <https://orcid.org/0000-0003-2170-1175>, жаратылыстану ғылымдарының магистрі, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ "Биология" мамандығы бойынша PhD докторанты, генетика және физиология институтының кіші ғылыми қызметкері, Алматы қ., rinat_ait@mail.ru

Мурзахметова Майра Кабдраушқызы, <https://orcid.org/0000-0002-8003-8169> б.ғ.д., әл-Фараби атындағы ҚазҰУ профессоры, Алматы қ., maira_mur@mail.ru

Гүлжан Төлеуғазықызы Жаманбаева, <https://orcid.org/0000-0002-7450-2746>, PhD, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ аға оқытушысы, Алматы қ., gulzhan.kaznu.kz@gmail.com

Жусупова Айжан Избасаровна, <https://orcid.org/0000-0001-6561-2268>, PhD, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ аға оқытушысы, Алматы қ., aizhan.zhusupova@gmail.com

Information about the authors

Aitbekov Rinat Nurmolloyevich, <https://orcid.org/0000-0003-2170-1175> Master of Natural Sciences, PhD doctoral student in Biology at Al-Farabi Kazakh National University, Junior Researcher at the Institute of Genetics and Physiology, Almaty, rinat_ait@mail.ru

Murzakmetova Maira Kabdraushevna, <https://orcid.org/0000-0002-8003-8169> Doctor of Biological Sciences, Professor of Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, maira_mur@mail.ru

Zhamanbayeva Gulzhan Toleugazievna, <https://orcid.org/0000-0002-7450-2746>, PhD, Senior lecturer at Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, gulzhan.kaznu.kz@gmail.com

Zhusupova Aizhan Izbasarova, <https://orcid.org/0000-0001-6561-2268>, PhD, Senior lecturer at Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, aizhan.zhusupova@gmail.com

Вклад авторов. Все авторы принимали равносильное участие при написании данной статьи.

Конфликт интересов – не заявлен.

Данный материал не был заявлен ранее, для публикации в других изданиях и не находится на рассмотрении другими издательствами. При проведении данной работы не было финансирования сторонними организациями и медицинскими представительствами. Финансирование – не проводилось.

Авторлардың үлесі. Барлық авторлар осы мақаланы жазуға тең дәрежеде қатысты.

Мүдделер қақтығысы – мәлімделген жоқ.

Бұл материал басқа басылымдарда жариялау үшін бұрын мәлімделмеген және басқа басылымдардың қарауына ұсынылмаған. Осы жұмысты жүргізу кезінде сыртқы ұйымдар мен медициналық өкілдіктердің қаржыландыруы жасалған жоқ. Қаржыландыру жүргізілмеді.

Authors' Contributions. All authors participated equally in the writing of this article.

No conflicts of interest have been declared.

This material has not been previously submitted for publication in other publications and is not under consideration by other publishers. There was no third-party funding or medical representation in the conduct of this work. Funding - no funding was provided.