

ВЕСТНИК
Башкирского
государственного
медицинского университета
сетевое издание ISSN 2309-7183



№ 6, 2025
vestnikbgmu.ru

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВЕСТНИК

Башкирского государственного медицинского университета

сетевое издание №6, 2025 г.

Редакционная коллегия:

Главный редактор: проф. Храмова К.В. (Уфа)

Зам. главного редактора: проф. Нартайлаков М.А. (Уфа)

Члены редакционной коллегии:

проф. Ахмадеева Л.Р. (Уфа); проф. Валишин Д.А. (Уфа); проф. Верзакова И.В. (Уфа); проф. Викторова Т.В. (Уфа); проф. Галимов О.В. (Уфа); проф. Гильманов А.Ж. (Уфа); проф. Гильмутдинова Л.Т. (Уфа); проф. Еникеев Д.А. (Уфа); проф. Загидуллин Н.Ш. (Уфа); проф. Катаев В.А. (Уфа); к.м.н. Кашаев М.Ш. (Уфа); проф. Мавзютов А.Р. (Уфа); проф. Малиевский В.А. (Уфа); проф. Минасов Б.Ш. (Уфа); проф. Моругова Т.В. (Уфа); проф. Новикова Л.Б. (Уфа); проф. Сахаутдинова И.В. (Уфа); доц. Цыглин А.А. (Уфа)

Редакционный совет:

Член-корр. РАН, проф. Аляев Ю.Г. (Москва); проф. Бакиров А.А. (Уфа); проф. Вольф Виланд (Германия); проф. Вишневский В.А. (Москва); проф. Викторов В.В. (Уфа); проф. Гальперин Э.И. (Москва); проф. Ганцев Ш.Х. (Уфа); академик РАН, проф. Долгушин И.И. (Челябинск); академик РАН, проф. Котельников Г.П. (Самара); академик РАН, проф. Кубышкин В.А. (Москва); проф. Мулдашев Э.Р. (Уфа); проф. Прокопенко И. (Великобритания); проф. Созинов А.С. (Казань); член-корр. РАН, проф. Тимербулатов В.М. (Уфа); доц. Хартманн Б. (Австрия); академик РАН, проф. Чучалин А.Г. (Москва); доц. Шебаев Г.А. (Уфа); проф. Шигуан Ч. (Китай); проф. Боафен Я. (Китай)

Состав редакции сетевого издания «Вестник Башкирского государственного медицинского университета»:

зав. редакцией – к.м.н. Насибуллин И.М.

научный редактор – к.филол.н. Афанасьева О.Г.

корректор-переводчик – к.филол.н. Майорова О.А.

СМИ «ВЕСТНИК БАШКИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА»
ЗАРЕГИСТРИРОВАН В ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЕ ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ СВЯЗИ,
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ (РОСКОМНАДЗОР)
31.01.2020. РЕГИСТРАЦИОННЫЙ НОМЕР В РЕЕСТРЕ ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ СМИ СЕРИЯ Эл № ФС
77-77722

© ФГБОУ ВО БГМУ МИНЗДРАВА РОССИИ, 2025

FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION
BASHKIR STATE MEDICAL UNIVERSITY
THE MINISTRY OF HEALTHCARE OF THE RUSSIAN FEDERATION

VESTNIK BASHKIR STATE MEDICAL UNIVERSITY

online news outlet № 6, 2025

Editorial board:

Editor-in-chief: Professor Khranova K.V. (Ufa)

Deputy editor-in-chief: Professor Nartailakov M.A. (Ufa)

Members of editorial board:

professor Akhmadeeva L.R. (Ufa); professor Valishin D.A. (Ufa); professor Verzakova I.V. (Ufa); professor Viktorova T.V. (Ufa); professor Galimov O.V. (Ufa); professor Gilmanov A.Zh. (Ufa); professor Gilmudinova L.T.(Ufa); professor Yenikeev D.A. (Ufa); professor Zagidullin N.Sh. (Ufa); professor Kataev V.A. (Ufa); associate professor Kashaev M.Sh. (Ufa); professor Malievsky V.A. (Ufa); professor Minasov B.Sh. (Ufa); professor Morugova T.V. (Ufa); professor Novikova L.B. (Ufa); professor Rakhmatullina I.R. (Ufa); professor Sakhautdinova I.V. (Ufa); associate professor Tsyglin A.A. (Ufa)

Editorial review board:

Corresponding member of the Russian Academy of Sciences professor Alyaev Yu.G. (Moscow); professor Bakirov A.A. (Ufa); professor Wolf Wieland (Germany); professor Vishnevsky V.A. (Moscow); professor Viktorov V.V. (Ufa); professor Galperin E.I. (Moscow); professor Gantsev Sh.Kh. (Ufa); academician of the Russian Academy of Sciences, professor Dolgushin I.I. (Chelyabinsk); academician of the Russian Academy of Sciences, professor Kotelnikov G.P. (Samara); Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor Kubyshkin V.A. (Moscow); professor Muldashev E.R. (Ufa); professor Prokopenko I. (Great Britain); professor Sozinov A.S. (Kazan); corresponding member of the Russian Academy of Sciences, professor Timerbulatov V.M. (Ufa); associate Professor Hartmann B. (Austria); academician of the Russian Academy of Sciences, professor Chuchalin A.G. (Moscow); associate professor Shebaev G.A. (Ufa); professor Shiguang Zh. (China); professor Yang B. (China)

Editorial staff of the online publication "Vestnik of Bashkir State Medical University":

Managing editor: Nasibullin I.M., MD, PhD

Science editor: Afanasyeva O.G., PhD

Translator-proofreader: Mayorova O.A., PhD

NEWS OUTLET "VESTNIK OF BASHKIR STATE MEDICAL UNIVERSITY" REGISTERED WITH THE
FEDERAL SERVICE FOR SUPERVISION IN THE SPHERE OF COMMUNICATIONS, INFORMATION
TECHNOLOGY AND MASS COMMUNICATIONS (ROSKOMNADZOR) 31.01.2020. REGISTRATION
NUMBER IN THE REGISTER OF REGISTERED MEDIA EI No. FS 77-77722 © FSBEI HE BSMU OF THE
MINISTRY OF HEALTH OF RUSSIA, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

АМИНОВА Г. Г.¹, ТУПИЕВ И. Д.²

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ КЛЕЩЕВЫМ ЭНЦЕФАЛИТОМ В НЕКОТОРЫХ РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ПЕРИОД С 2019 ПО 2024 ГОДЫ..... 6

БАБАЕВА В.Г., МАМЕДБЕЙЛИ Э.Г., ИСМАИЛОВА С.В.

О БИОЛОГИЧЕСКОЙ РОЛИ И ФУНКЦИЯХ ОЦИМЕНОВ 12

БАГИРЗАДЕ Р.З.¹, РАСУЛОВ Ч.К.¹, СУЛЕЙМАНОВА П.В.², ФАРЗАЛИЕВА А.Г.¹,
ИБРАГИМОВ С.Б.²

ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ СИРЕНЕВОЙ КИСЛОТЫ..... 20

ЗАРИПОВА Р. Р., НАГАЕВ Э. А., ШЕМЕТОВА А. В.

МОНИТОРИНГ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА И АДАПТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА У СПОРТСМЕНОВ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В НАПРАВЛЕНИИ ЛЁГКАЯ АТЛЕТИКА..... 30

КАНЗАФАРОВ Д.Ф., ХАЙДАРОВА А.Р., САЙФУЛЛИН А.Г., МОРОЗОВА Л.Н.

ПСИХОГИГИЕНА КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ АГРЕССИИ У ДОШКОЛЬНИКОВ С ВЫРАЖЕННЫМ ЭГОЦЕНТРИЗМОМ..... 34

МАКСЮТОВА Д. И. ¹, ТУПИЕВ И. Д. ²

ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ТУБЕРКУЛЁЗОМ В ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА В ПЕРИОД С 2020 ПО 2024 ГОДЫ..... 42

МОРОЗОВА Л.Н.

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ТРУДНОСТИ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭНДОМЕТРИОЗА В КОНТЕКСТЕ СИСТЕМНОЙ ПАТОЛОГИИ..... 48

СПИРИДОНОВА У.Ю., МУРАТОВА Э.Р., ХУСАИНОВ А.Э.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ИНТЕРНЕТ-ЗАВИСИМОСТЬЮ И БЕССОННИЦЕЙ У СТУДЕНТОВ 57

СУЛЕЙМАНОВА П.В.

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ АБИЕНОЛА 61

УДАЛОВА Е.А.¹, ГАДЖИЕВА Г.Э.^{2,3}, МАМЕДБЕЙЛИ Э.Г.²

МИРЦЕН И ЕГО БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СВОЙСТВА..... 70

**ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСЯМ, НАПРАВЛЯЕМЫМ В ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК
БАШКИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА» 80**

УДК 616

Аминова Г. Г.¹, Тупиев И. Д.²

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ КЛЕЩЕВЫМ
ЭНЦЕФАЛИТОМ В НЕКОТОРЫХ РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В
ПЕРИОД С 2019 ПО 2024 ГОДЫ**

¹ ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава
России, г. Уфа, Россия

² ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, Россия

В статье представлен сравнительный анализ заболеваемости клещевым вирусным энцефалитом в четырех эндемичных регионах – Республике Башкортостан, Челябинской, Тюменской и Свердловской областях – в период 2019–2024 годов. На основе официальных данных Роспотребнадзора и региональных центров гигиены и эпидемиологии рассчитана относительная частота заболеваемости на 100 тыс. населения, проанализирована динамика встречаемости в каждом регионе. Установлено, что в целом по регионам заболеваемость варьировала от 0,5 до 2,8 на 100 тыс. населения, с пиковыми значениями в 2021-2022 годах.

Ключевые слова: клещевой вирусный энцефалит; Республика Башкортостан; Челябинская область; Тюменская область; Свердловская область.

Aminova G. G.¹, Tupiev I. D.²

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE INCIDENCE OF TICK-BORNE
ENCEPHALITIS IN SOME REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION IN THE
PERIOD
FROM 2019 TO 2024**

¹ FSBEI HE Bashkir State Medical University of the Ministry of Health of the Russian
Federation, Ufa, Russia

² FSBEI HE Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia

The article presents a comparative analysis of the incidence of tick-borne viral encephalitis in four endemic regions – the Republic of Bashkortostan, Chelyabinsk, Tyumen and Sverdlovsk regions - in the period 2019-2024. Based on official data from Rospotrebnadzor and regional centers of hygiene and epidemiology, the relative incidence rate per 100,000 population is calculated, and the dynamics of occurrence in each region is analyzed. It was found that, in general, the incidence by region ranged from 0.5 to 2.8 per 100,000 population, with peak values in 2021-2022.

Keywords: tick-borne viral encephalitis; Republic of Bashkortostan; Chelyabinsk region; Tyumen Region; Sverdlovsk region.

Актуальность. Клещевой вирусный энцефалит (КВЭ) остается одной из ключевых проблем инфекционной заболеваемости в Российской Федерации, представляя угрозу для общественного здоровья из-за высокой летальности (до 2–5% в острой форме) и риска инвалидизации (до 30% случаев с неврологическими последствиями). По данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор), в 2023 году в России зарегистрировано 1778 случаев КВЭ, что соответствует показателю заболеваемости 1,2 на 100 тыс. населения, а в 2024 году — 1659 случаев (1,1 на 100 тыс.), с сохранением высокого уровня в Уральском федеральном округе [5]. Эндемичность по КВЭ охватывает более 50 субъектов РФ, включая южноуральские и

сибирские регионы, где природные очаги поддерживаются популяцией иксодовых клещей (*Ixodes persulcatus*) [7]. Согласно государственным докладам Роспотребнадзора, в Уральском регионе ежегодно фиксируется до 40% от общероссийских случаев КВЭ, что подчеркивает необходимость региональных сравнительных исследований для разработки мер мониторинга и прогнозирования [3]. Выявление различий в заболеваемости между соседними субъектами возможно позволит повысить эффективность эпидемиологического надзора.

Целью исследования являлось сравнение заболеваемости клещевым вирусным энцефалитом в некоторых регионах РФ в период 2019-2024 гг.

Поставленная цель была достигнута посредством решения следующих задач:

1. Рассчитать относительную частоту заболеваемости клещевым энцефалитом для каждого из пяти регионов за 2019-2024 годы.
2. Провести анализ изменений соотношения долей заболеваемости КВЭ в регионах отдельно по годам.
3. Проанализировать динамику встречаемости клещевого энцефалита в каждом регионе за 2019-2024 годы.

Материалы и методы: использовались официальные данные Роспотребнадзора [3, 5, 8, 9] и региональных центров гигиены и эпидемиологии [6, 7, 10], а также анализировались научные публикации, посвященные данной тематике. С помощью табличного редактора Microsoft Excel была вычислена относительная частота встречаемости клещевого вирусного энцефалита.

Результаты и их обсуждение. В ходе анализа официальных данных по заболеваемости клещевым вирусным энцефалитом (КВЭ) в четырех эндемичных регионах Российской Федерации (Республика Башкортостан, Челябинская, Свердловская и Тюменская области) в период 2019–2024 годов рассчитана относительная частота заболеваемости на 100 тыс. населения. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Относительная частота заболеваемости КВЭ на 100 тыс. населения в анализируемых регионах с 2019 по 2024 годы

Регион	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Челябинская область	2,2	1,7	0,8	3,0	2,7	0,7
Республика Башкортостан	0,3	0,3	0,4	0,7	0,3	0,4

Свердловская область	2,3	1,0	1,9	4,4	1,9	2,9
Тюменская область	3,9	2,5	3,6	6,4	4,3	2,1

Анализ изменений соотношения доли заболеваемости КВЭ в каждом регионе представлен в рисунке 1 (рис. 1):

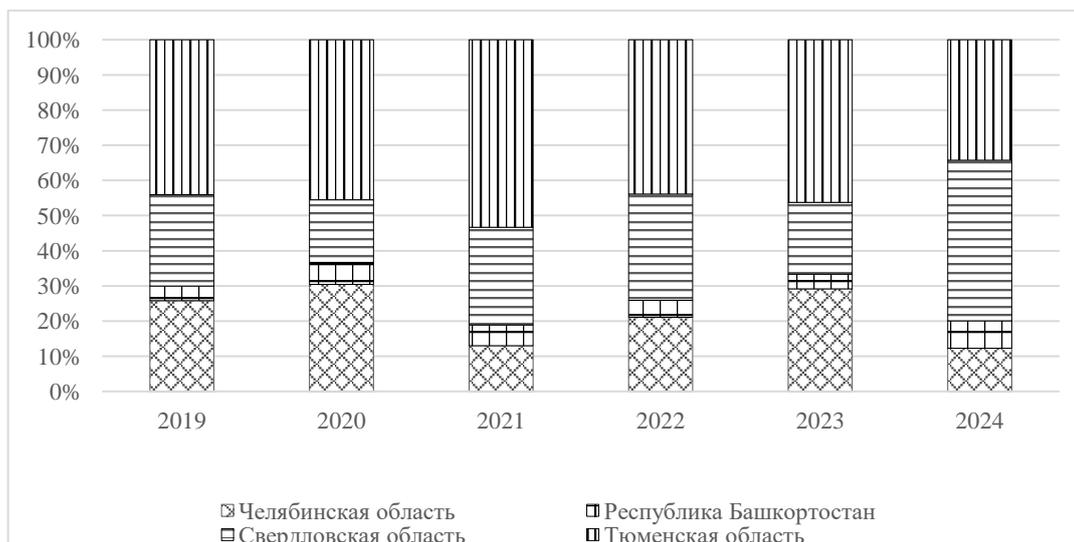


Рисунок 1 – Соотношения доли заболеваемости КВЭ на 100 тыс. населения в каждом регионе

В 2019 году наибольшая доля заболеваемости вирусным энцефалитом приходилась на Тюменскую область – около 45% всех зарегистрированных случаев. На Свердловскую и Челябинскую области приходилось примерно по 25%, а на Республику Башкортостан – 5%. В 2020 году ситуация существенно не изменилась. Тюменская область продолжала лидировать примерно с 47% всех случаев. На втором месте – Челябинская область с 30%. Свердловская область удерживала около 18%, а на Республику Башкортостан приходилось также 5%. В 2021 году Тюменская область увеличила долю по сравнению с другими регионами – 53% от всех заболевших. Свердловская область составляла 27,5%, Челябинская область 13%, Республика Башкортостан пришлось 5,8%. В 2022 году наблюдался рост доли заболеваемости в Свердловской области – до 30%, при этом Тюменская область сохранила лидерство с показателем около 45%. Республика Башкортостан занимала также 5%, а Челябинская область – 20%. В 2023 году структура распределения незначительно изменилась. Тюменская область составила около 45%. На втором месте оказалась Челябинская область – 30%. Свердловская область опустилась на третье место с 20%, а Республика Башкортостан заняла только 3%. В 2024 году доля Тюменской области снизилась

до 35%, что является минимальным значением за весь период наблюдений. Свердловская область заняла лидирующую позицию – 45%, Башкортостан и Челябинская область составили примерно по 10% каждая.

Для наглядного представления динамики заболеваемости по годам построен линейный график (рис. 2).

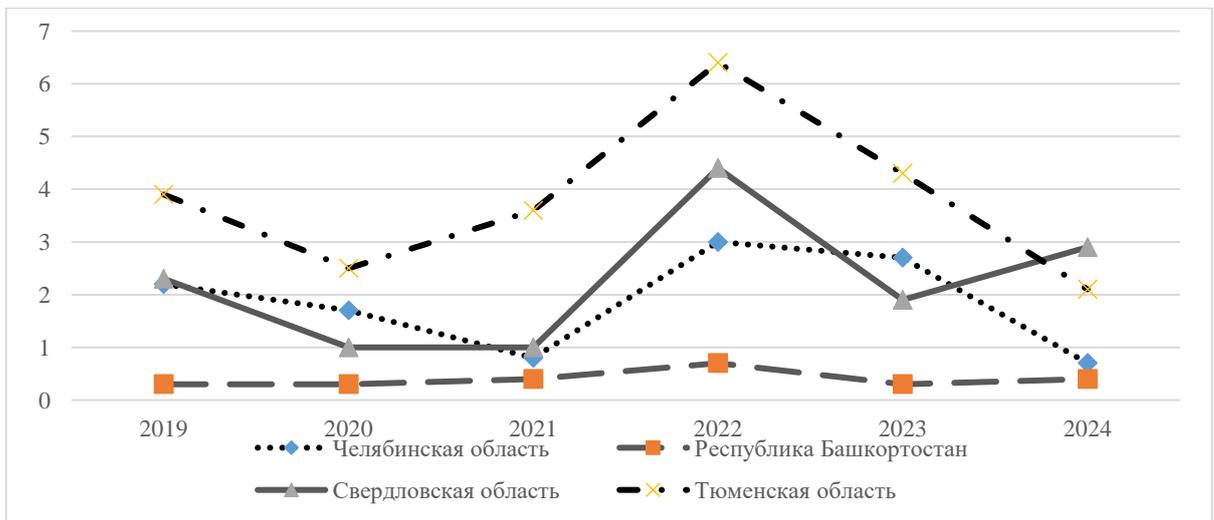


Рисунок 2 – Динамика заболеваемости КВЭ на 100 тыс. населения в анализируемых регионах в 2019-2024 гг.

Республика Башкортостан демонстрирует наиболее устойчивую динамику с низкими значениями, колеблющимися в узком диапазоне 0,3-0,7 в течение всего периода. Для остальных регионов (Тюменская, Свердловская и Челябинская области) на рисунке четко прослеживается общая тенденция к выраженным волнообразным колебаниям. Резкое снижение в 2020 г. (на 37% в среднем) затронуло все территории: например, в Тюменской области значения упали с 3,9 до 2,5, в Свердловской – с 2,3 до 1,0. За ним последовал пик в 2022 году, с максимумами в Тюменской области (6,40) и Свердловской (4,4). Особую нестабильность проявляет Челябинская область, где минимум достигнут в 2021 г. (0,8). К 2024 г. наблюдается частичное снижение, однако в Свердловской области фиксируется рост до 2,9, что указывает на продолжающуюся нестабильность.

Заключение. Выявлена волнообразная динамика: снижение в 2020 г., рост в 2021-2022 гг. и частичное снижение к 2024 г. Региональные различия включают максимальную нестабильность в Тюменской и Челябинской областях, тенденцию к росту в Свердловской, а также стабильность на низком уровне в Башкортостане.

Список использованной литературы

1. Андаев Е. И., Никитин А. Я., Толмачёва М. И. [и др.]. Эпидемиологическая ситуация по клещевому вирусному энцефалиту в Российской Федерации за 2015–2024 гг. и краткосрочный прогноз заболеваемости на 2025 г. // Проблемы особо опасных инфекций. - 2025. - № 1. - С. 6–17. - DOI: 10.21055/0370-1069-2025-1-6-17. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/epidemiologicheskaya-situatsiya-po-kleshevomu-virusnomu-entsefalitu-v-rossiyskoy-federatsii-za-2015-2024-gg-i-kratkosrochnyy> (дата обращения: 21.10.2025).
2. Даутов А. Х., Зайцев А. А., Зайцева Т. М. Эпидемиологические особенности клещевого вирусного энцефалита в Республике Башкортостан в условиях многолетних наблюдений // Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. - 2021. - Т. 19, № 3. - С. 403-407. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/epidemiologicheskie-osobennosti-kleshevogo-virusnogo-entsefalita-v-respublike-bashkortostan-v-usloviyah-mnogoletnih-nablyudeniy> (дата обращения: 22.10.2025).
3. Защита прав потребителей в Российской Федерации в 2021 году: государственный доклад [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. - 2022. - URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=24206 (дата обращения: 21.10.2025).
4. Козлова И. В., Козлов С. С., Козлова А. С. Эпидемиологический анализ клещевого энцефалита: заболеваемость и динамика распространения в Челябинской области // Здравоохранение Российской Федерации. - 2020. - № 5. - С. 12-18. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/epidemiologicheskii-analiz-kleshevogo-entsefalita-zabolevaemost-i-dinamika-rasprostraneniya-v-chelyabinskoy-oblasti> (дата обращения: 22.10.2025).
5. О ситуации по клещевым инфекциям на 25.07.2024 [Электронный ресурс] // Управление Роспотребнадзора по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре. - 2024. - 25 июля. - URL: <https://86.rospotrebnadzor.ru/news/o-situaczi-po-kleshhevym-infekciyam-na-25.07.2024.html> (дата обращения: 21.10.2025).
6. Об итогах сезона инфекций, передающихся клещами 2022 г. [Электронный ресурс] // ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан». - 2022. - 18 окт. - URL: <https://sesufa.ru/novosti/ob-itogakh-sezona-infektsiy-peredayushchikhsya-kleshchami-2022-g/> (дата обращения: 22.10.2025).
7. Перечень административных территорий субъектов Российской Федерации, эндемичных по клещевому вирусному энцефалиту в 2024 г. [Электронный ресурс] // ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области». - 2024. - 3 апр. - URL: https://www.cge48.ru/gigienicheskoe-vozpitanie-i-obuchenie/informaciya-dlya-naseleniya/perechen-administrativnyh-territorii-subektov-rossiiskoi-federatsii_-endemichnyh-po-kleshevomu.htm (дата обращения: 21.10.2025).
8. Пост о ситуации по клещевым инфекциям в Челябинской области в 2024 г. [Электронный ресурс] // Группа ВКонтакте Управления Роспотребнадзора по Челябинской области. - 2024. - URL: https://vk.com/wall-217445400_2790 (дата обращения: 22.10.2025).
9. Приложение к государственному докладу «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения в Республике Башкортостан в 2022 году» [Электронный ресурс] //

Управление Роспотребнадзора по Республике Башкортостан. - 2023. - URL: <https://02.rosпотребнадзор.ru/content/228/43164/> (дата обращения: 22.10.2025).

10. Референтный центр по мониторингу патогенов природно-очаговых инфекций: отчет за 2022-2023 гг. [Электронный ресурс] // Иркутский научный центр СБ РАН. - 2023. - URL: <https://irknirchi.ru/referens-tsentr7.pdf> (дата обращения: 22.10.2025).

11. Тимшина Д. И., Пономарева Д. Н. Заболеваемость клещевым ви-русным энцефалитом в субъектах Российской Федерации в 2019 г. // Научный вестник Пермского государственного университета. Серия: Медицина. - 2020. - Вып. 6. - С. 1-10. - URL: <https://s.eduherald.ru/pdf/2020/6/20312.pdf> (дата обращения: 22.10.2025).

Сведения об авторах статьи:

Аминова Гульсия Ганиевна – студент 3 курса Института развития образования ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет», г. Уфа, ул. Ленина 3, e-mail: gulsiaaminova55@gmail.com;

Тупиев Ильдус Джадитович — к.б.н., доцент, и.о. заведующего кафедрой физической культуры ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, ул. Заки Валиди 32, доцент кафедры фундаментальной и прикладной микробиологии ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет», г. Уфа, ул. Ленина 3.

УДК 547.541.2.

Бабаева В.Г., Мамедбейли Э.Г., Исмаилова С.В.

О БИОЛОГИЧЕСКОЙ РОЛИ И ФУНКЦИЯХ ОЦИМЕНОВИнститут Нефтехимических процессов имени академика Ю.Г. Мамедалиева
Министерства Науки и Образования Азербайджанской Республики, г. Баку

Оцимены представляют собой группу изомерных углеводородов, по своей химической природе - монотерпены, встречающиеся в различных растениях и фруктах. α -Оцимен и два β -оцимена различаются положением изолированной двойной связи: в альфа-изомере она является концевой. α -Оцимен – это *цис*-3,7-диметил-1,3,7-октатриен. β -Оцимен – это *транс*-3,7-диметил-1,3,6-октатриен. β -Оцимен существует в двух стереоизомерных формах: *цис*- и *транс*-, относительно центральной двойной связи.

Ключевые слова: оцимен, стереоизомеры, *цис*- и *транс*-формы оцимена, биологическая активность

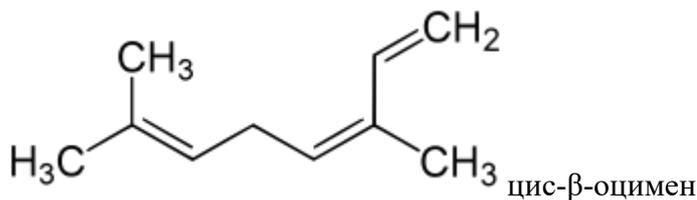
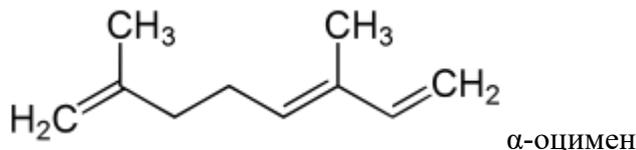
Babayeva V.H., Mammadbayli E.H., Ismayilova S.V.

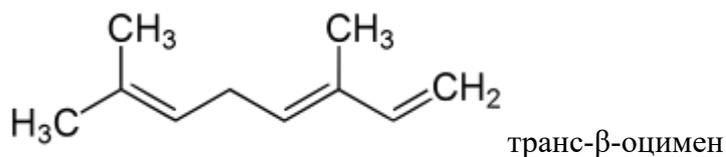
ABOUT THE BIOLOGICAL ROLE AND FUNCTIONS OF OCIMENESInstitute of Petrochemical Processes of the Ministry of Science and Education of the
Republic of Azerbaijan, Baku

Abstract. Humulene, also known as α -humulene or α -caryophyllene in the scientific literature, is a naturally occurring monocyclic sesquiterpene ($C_{15}H_{24}$) containing an 11-membered ring and consisting of 3 isoprene units containing three non-conjugated C=C double bonds, two of which are triply substituted and one is disubstituted. It was first discovered in the essential oils of *Humulus lupulus* (hops), from which it gets its name. Humulene is an isomer of β -caryophyllene, and the two often occur together as a mixture in many aromatic plants.

Keywords: humulene, caryophyllene, sesquiterpenes, hop plant, isoprene units

Оцимены часто встречаются в природе в виде смесей различных форм. Смесь, как и чистые соединения, представляет собой масла с приятным запахом. Они используются в парфюмерии благодаря своему сладковато-травяному аромату и, как полагают, обладают защитными свойствами для растений и противогрибковыми свойствами. Как и родственный ациклический терпен-мирцен, оцимены нестабильны на воздухе. Как и другие терпены, оцимены почти нерастворимы в воде, но растворимы в обычных органических растворителях. Название оцимена происходит от названия рода растений *Ocimum* от древнегреческого слова «базилик».





Оцимен обладает рядом биологических свойств, включая противовоспалительные, антиоксидантные и антимикробные. Он также обладает потенциальным противосудорожным, анксиолитическим, противогрибковым и противолейшманиозным действием и может использоваться в качестве средства отпугивания вредителей. Оцимен также участвует в межрастительном взаимодействии и привлечении опылителей и хищников.

Оцимен может подавлять воспалительные соединения, такие как гистамин, и ингибировать активность ЦОГ-2. Антиоксидант: помогает бороться с окислительным стрессом, нейтрализуя свободные радикалы, повреждающие клетки. Он также эффективен против ряда бактерий, включая золотистый стафилококк и клебсиеллу пневмонии, а также обладает противогрибковой активностью против грибов, таких как *Cryptococcus neoformans*. Некоторые исследования предполагают, что оцимен может обладать свойствами, предотвращающими судороги и снижающими тревожность, возможно, за счет усиления ГАМК-ергической передачи. Исследования показывают, что оцимен оказывает цитотоксическое действие на паразитов рода *Leishmania*, что делает его потенциальным кандидатом для разработки методов лечения лейшманиоза. Продемонстрирована его способность подавлять рост опухолей в некоторых линиях раковых клеток.

Считается, что оцимен, являясь распространенным летучим цветочным веществом, играет важную роль в привлечении широкого спектра опылителей к цветам. Растения могут выделять оцимен в ответ на повреждения, нанесенные травоядными животными. Это летучее вещество может привлекать к растению хищников, поедающих вредителей, например, хищных клещей. Это ключевой феромон, используемый в социальной регуляции колоний медоносных пчел.

β-Оцимен — очень распространенное летучее вещество растительного происхождения, выделяемое в значительных количествах из листьев и цветов многих видов растений [1]. Этот ациклический монотерпен может выполнять несколько биологических функций в растениях, потенциально влияя на посетителей цветов, а также опосредуя защитные реакции на травоядных. Повсеместное распространение и высокая относительная распространенность β-оцимена в цветочных ароматах видов из большинства семейств растений и от различных синдромов опыления (от генерализма до специализации) настоятельно предполагают, что этот терпеноид может играть важную роль в привлечении опылителей к цветам. Авторы работы собрали многочисленные доказательства из

опубликованных исследований, которые подтверждают, что β -оцимен является универсальным аттрактантом для широкого спектра опылителей. Авторы не нашли исследований, тестирующих поведенческие реакции опылителей на β -оцимен, которые могли бы напрямую продемонстрировать или опровергнуть функцию β -оцимена в привлечении опылителей; однако несколько тематических исследований подтверждают, что эмиссия β -оцимена в цветках разных видов подчиняется выраженным временным и пространственным закономерностям, типичным для эмиссии летучих органических соединений (ЛОС) цветками, участвующих в привлечении опылителей. Более того, у многих видов после поедания растений происходит значительная эмиссия β -оцимена из вегетативных тканей растений, что играет важную роль в установлении тритрофных взаимодействий. Таким образом, авторы заключают, что β -оцимен является ключевым летучим веществом растений, выполняющим множество важных функций в растениях, в зависимости от органа и времени эмиссии.

Лейшманиоз – это группа инфекционно-паразитарных заболеваний с высоким уровнем смертности, эндемичных во многих регионах мира [2]. Существующие лекарственные препараты создают серьёзные проблемы, такие как высокая токсичность, высокая стоимость и возникновение лекарственной устойчивости. Это стимулировало исследования новых противолейшманиозных препаратов на основе природных соединений и их производных. β -Оцимен – монотерпен, встречающийся в природе в эфирных маслах многих видов растений и обладающий противолейшманиозной активностью, потенциал которого в подавлении возбудителя лейшманиоза до сих пор не исследовался. Целью данной работы была оценка активности β -оцимена в отношении *Leishmania amazonensis*, его цитотоксичности и потенциальных механизмов действия. β -Оцимен продемонстрировал прямую активность против паразита, с превосходным ингибированием роста промастигот ($IC_{50} = 2,78$ мкМ) и аксеничных амастигот ($EC_{50} = 1,12$ мкМ) в концентрациях, нетоксичных для макрофагов RAW 264.7 ($CC_{50} = 114,5$ мкМ). Эффект связан с изменениями проницаемости мембраны и последующими аномалиями формы паразитических клеток. Они, соответственно, наблюдались в анализах целостности мембраны и атомно-силовой микроскопии. Было также показано, что β -Оцимен действует косвенно, с большей активностью против интрамакрофагальных амастиготов ($EC_{50} = 0,89$ мкМ), повышая уровень ФНО- α , оксида азота (NO) и активных форм кислорода (ROS), с лизосомальными эффектами, а также способствуя снижению уровня ИЛ-10 и ИЛ-6. В отношении интрамакрофагальных форм амастигот индекс селективности оказался выше, чем у референтных препаратов, будучи в 469,52 раза более селективным, чем антимонат меглумина, и в 42,88 раза более

селективным, чем амфотерицин В. Полученные результаты показывают, что β -оцимен обладает многообещающей противолейшманиозной активностью *in vitro* и является потенциальным кандидатом для исследования в анализах *in vivo*.

Нео-алло-оцимен – это монотерпен, который может применяться в пестицидах, отдушках и экологически чистых полимерах [3]. В данном исследовании авторы выделили терпенсинтазу AgTPS40 из транскриптома тканей листьев сельдерея. С помощью секвенирования и филогенетического анализа AgTPS40 был охарактеризован как монотерпенсинтаза. Ген AgTPS40 был введен в гетерологичный мевалонатный путь, присутствующий в *Escherichia coli*, для обеспечения продукции терпена. Газохромато-масс-спектрометрический анализ подтвердил, что AgTPS40 катализирует образование *нео-алло-оцимена*, что стало первым зарегистрированным случаем идентификации *нео-алло-оцименсинтазы*. Впоследствии авторы оптимизировали условия ферментации и достигли выхода 933,35 мг/л во встряхиваемой колбе объемом 1 л, что представляет собой самый высокий зарегистрированный титр *нео-алло-оцимена* на сегодняшний день. Эти результаты раскрывают молекулярную основу синтеза *нео-алло-оцимена* в сельдерее и предлагают устойчивый способ получения этого соединения.

Целью исследования [4] была оценка химического состава, антиоксидантного потенциала, а также цитотоксической и антимикробной активности эфирного масла растения вида *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray. Полученное эфирное масло использовалось для идентификации присутствующих химических соединений методами ГХ-МС и ЯМР. Антиоксидантный потенциал рассчитывался методом секвестрации 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила. Для оценки цитотоксической активности оценивалась смертность личинок *Artemia salina*. Основными идентифицированными химическими компонентами являются α -пинен (9,9%), лимонен (5,40%), (*Z*)- β -оцимен (4,02%), *p*-цимен-8-ол (3,0%), пиперитон (11,72%), (*E*)-неролидол (3,78%) и спатуленол (10,8%). При оценке антимикробной активности использовались штаммы бактерий *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* и *Pseudomonas aeruginosa*. Результаты показали, что бактерии *E. coli* были более восприимчивы к присутствию эфирного масла, проявляя минимальную ингибирующую концентрацию в использованных концентрациях. Эфирное масло проявило антиоксидантную активность 54,6% при концентрации 5 мг/мл и обеспечило CI_{50} 4,30. Было отмечено, что эфирное масло этого вида было высокотоксичным в отношении *A. salina* *larvas*, поскольку его цитотоксическая активность показала LC_{50} 3,11. Таким образом, сделан вывод, что масла *T. diversifolia* эффективны в подавлении роста бактерий и снижении окислительного стресса.

Гидродистиллированные эфирные масла из цветков, листьев и стеблей *Chaerophyllum macropodum* Boiss. были проанализированы методами ГХ и ГХ/МС [5]. Цветочное масло характеризовалось высоким содержанием миристицина (42,5%) и *транс*- β -оцимена (41,0%). В масле листьев были идентифицированы восемнадцать компонентов, составляющих 99,3% от общего количества, из которых основными компонентами были *транс*- β -оцимен (24,9%), миристицин (15,7%), терпинолен (14,5%), фенхилацетат (13,9%), *цис*- β -оцимен (6,3%) и сабинен (6,1%). Основными компонентами масла стеблей были *транс*- β -оцимен (54,2%), миристицин (22,4%) и сабинен (8,9%). Антибактериальная активность масел цветков, листьев и стеблей оценивалась методом микроразведений в бульоне. Было зарегистрировано ингибирующее действие на *Escherichia coli* и *Salmonella typhi*.

Соцветия, листья со стеблями и неотделенные надземные части растений душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare*) были собраны в восьми местообитаниях восточной Литвы в 1995–2000 гг. Эфирные масла β -оцименого хемотипа были обнаружены в растениях и частях растений, произрастающих в дикой природе в нескольких популяциях [6]. Эфирные масла соцветий и листьев вместе со стеблями содержали различные количества основных компонентов (%): β -оцимен (13,3–18,4 и 20,6–25,3), сабинен (10,5–15,8 и 6,7–9,8), гермакрен D (9,5–15,9 и 12,7–15,7) и β -кариофиллен (10,2–14,5 и 9,3–13,7). Соцветия содержали больше сабинена и *транс*- β -оцимена и меньше β -оцимена (обе формы), чем листья со стеблями. Аналогичные вариации наблюдались в хемотипе гермакрена D эфирных масел, хотя количество этих соединений было заметно ниже. Среднее количество *цис*- β -оцимена в эфирном масле листьев со стеблями (15,3%) было примерно в 3 раза выше, чем в соцветиях (4,1%). Терпеновые углеводороды составляли 73,2–83,3% эфирных масел. 39 идентифицированных соединений составляли 87,2–97,8% эфирных масел.

Ферулаго угловатая (*Ferulago angulata* Boiss.) (сем. *Apiaceae*) – многолетнее ароматическое травянистое растение, произрастающее в диком виде в Иране. Надземные части *F. angulata* используются в качестве ароматизатора в пищевых продуктах, особенно в молочных продуктах, коренными народами западного и юго-западного Ирана [7]. В данном исследовании изучается вариабельность химического состава, антиоксидантной и антибактериальной активности эфирных масел *F. angulata*, собранных в естественной среде обитания в альпийских районах юго-западного Ирана. Антимикробная активность, минимальная ингибирующая концентрация (МИК) и минимальная бактерицидность (МБК) эфирных масел оценивались в отношении четырёх бактерий (*Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* и *Salmonella typhimurium*). Антиоксидантная активность масел определялась методом DPPH. Эфирные масла были проанализированы

методами ГХ-ПИД и ГХ-МС, в результате чего было идентифицировано 49 летучих компонентов. Между различными популяциями наблюдались значительные различия по выходу масла и содержанию некоторых основных соединений. Основными компонентами эфирных масел *F. angulata* были α -пинен и *цис*- β -оцимен. Минимальные ингибирующие концентрации (МИК) эфирных масел находились в диапазоне концентраций от 62 до 250 мкг/мл, а соответствующие МБК – от 125 до >500 мкг/мл. В целом, масла *F. angulata* проявляли слабую или умеренную ингибирующую активность в отношении бактерий, особенно *Listeria monocytogenes*. Наибольшая антиоксидантная активность была обнаружена у масла популяции Каллар (значение $IC_{50} = 488$ мкг/мл) и бутилгидрокситолуола (БГТ) в качестве положительного контроля (значение $IC_{50} = 321$ мкг/мл). Таким образом, эфирное масло *F. angulata* может служить потенциальным источником α -пинена и *цис*- β -оцимена для использования в пищевой, косметической и фармацевтической промышленности.

В исследовании [8] оценивалась антимикробная, антиоксидантная и токсическая активность эфирных масел (ЭМ) коры *Hymenaea courbaril L. var. courbaril* и листьев *Syzygium cumini (L.) Skeels*. ЭМ были извлечены гидродистилляцией и химически охарактеризованы с помощью газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией (ГХ/МС). Для оценки антиоксидантной активности использовались анализы АВТС и DPPH. Для анализа токсичности летальность оценивалась против *Artemia salina Leach*. Для анализа антимикробной активности применялся метод диск-диффузии и разведения в бульоне для получения минимальной ингибирующей концентрации и минимального бактерицидного действия. Основным компонентом ЭМ *H. courbaril* был β -оцимен (23,33%), а ЭМ *S. cumini* - изокариофиллен (18,01%). Оба ЭМ показали соответствующую антиоксидантную активность и низкую токсичность против *Artemia salina*. ЭМ проявили бактерицидную активность в отношении *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *Salmonella sp.*, *B. cereus* и *P. mirabilis*. Полученные результаты обнадеживают возможность использования исследованных ЭМ для контроля и борьбы с патогенными микроорганизмами.

Химический состав эфирного масла из цветков *Eringium triquetrum Vahl*, собранных на Сицилии, был оценен методами газовой хроматографии и газовой хроматографии с масс-спектрометрией [9]. Основными компонентами были пулегон (50,6%), пиперитенон (30,5%) и ментон (7,0%). Обсуждается сравнение этого масла с другими изученными маслами видов *Eringium*. Масло показало хорошую антибактериальную и противогрибковую активность в отношении некоторых микроорганизмов, поражающих исторические произведения искусства.

Echinophora platyloba DC (Эхинофора платилоба ДК) известна своим терапевтическим потенциалом благодаря содержанию антиоксидантных и антимикробных соединений [10]. Целью данного исследования является систематическое изучение химического состава и биологической активности этого растения. Был проведен всесторонний обзор англоязычных научных статей, опубликованных за последние 15 лет, с использованием соответствующих терминов в таких базах данных, как PubMed, Cochrane Library, Web of Science и CINAHL. В качестве стратегии поиска использовались конкретные ключевые слова, а результаты были собраны в соответствии с рекомендациями PRISMA. В исследование было включено тридцать семь статей. Среди рассмотренных статей девять исследований были посвящены противогрибковым эффектам *Echinophora platyloba* DC, а четыре исследования – ее антимикробным соединениям. В трех исследованиях были представлены доказательства сочетания антимикробных и противогрибковых свойств. Кроме того, четыре исследования подтвердили потенциальные противораковые свойства растения, три исследования – его антиоксидантные эффекты, а два исследования продемонстрировали его комбинированные антимикробные и антиоксидантные свойства. Кроме того, в шести исследованиях сообщалось о различных эффектах, включая антихолестериновые свойства, обезболивание, заживление ожогов кожи и уменьшение симптомов менопаузы. Наиболее распространенными соединениями, обнаруженными в экстракте и эфирном масле, были β -оцимен, за которым следовал α -фелландрен. Было показано, что *Echinophora platyloba* DC обладает оптимальными противогрибковыми, противомикробными, противораковыми и антиоксидантными свойствами. Более того, клинические эффекты этого растения были признаны приемлемыми.

Таким образом, терпены, такие как оцимен, действуют, принося растениям определённые преимущества, и, потребляя эти соединения, мы можем получать некоторые из этих преимуществ. Терпены могут выполнять различные функции в зависимости от взаимоотношений с растением: они могут привлекать, отпугивать, обеспечивать защиту и многое другое. Биологические потребности растений часто диктуют уровень терпенов, который повышается для удовлетворения этих потребностей. Это может проявиться в ваших сортах каннабиса интересным образом. Например, терпены, такие как оцимен, могут привлекать виды, которые едят их плоды для распространения семян, придавая им приятный вкус, или привлекать опылителей, например, пчёл, для распространения пыльцы, имитируя действие этого соединения в ульях. У пчёл оцимен — это химическое вещество, которое помогает контролировать гомеостаз пчелиных колоний. Неслучайно растения также могут вырабатывать это вещество для привлечения их, а также для отпугивания других вредителей,

например, тли. Нашествие тли, если его не контролировать, может уничтожить растение или его среду обитания. Оцимен отпугивает тлю и активизирует пчёл, выполняя свою функцию коммуникационного вещества, но как это работает? Пока исследования на этой стадии не проводились.

Список использованной литературы

1. Garre-Armengol G., Filella I., Liusia J., Penuelas J. β -Ocimene, a Key Floral and Foliar Volatile Involved in Multiple Interactions between Plants and Other Organisms // *Molecules*. – 2017. – Vol. 22. – N 7. – Pp. 1148-1162

2. de Sousa J.M., DE Lima Nunes Th.A., Rodriquez R.L., Araujo J.P. Cytotoxic and Antileishmanial Effects of the Monoterpene β -Ocimene // *Pharmaceuticals (Basel)*. – 2023. – Vol. 16. – N 2. – Pp. 183-189

3. Zheng L., Ting G., Shaoheng B., Penggeng H. Microbial Synthesis of Neo-Allo-Ocimene by Celery-Derived Neo-Allo-Ocimene Synthase // *Fermentation*. – 2025. – Vol. 11. – N 3. – Pp. 153-157

4. Farias A.L.F., Lonato A.B., Martins R.L., Menezes Rabelo E. Chemical Characterization, Antioxidant, Cytotoxic and Microbiological Activities of the Essential Oil of Leaf of *Tithonia Diversifolia* (Hemsl) A. Gray (Asteraceae) // *Pharmaceuticals*. – 2019. – Vol. 12. – Pp. 34-48

5. Shafagat A. Antibacterial Activity and Composition of Essential Oils from Flower, Leaf and Stem of *Chaerophyllum macropodium* Boiss. from Iran // *Natural Product Communications*. – 2009. – Vol. 4. – N 6. – Pp. 861-864

6. Moskute D., Bernotiene G., Judzentiene A. The β -ocimene chemotype of essential oils of the inflorescences and the leaves with stems from *Origanum vulgare* ssp. *Vulgare* growing wild in Lithuania // *Biochemical Systematics Ecology*. – 2003. – Vol. 31. – N 3. – Pp. 269-278

7. Pirbalouti A.Gh., Izadi A., Poor F.M., Hamedi B. Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of essential oils from *Ferulago angulata* // *Pharmaceutical Biology*. – 2016. – Vol. 54. – N 11. – Pp. 2515-2520

8. Evertoni G.O., Pereira A.P.M., Serra Rosa P.V., Mafra N.C. Chemical characterization, toxicity, antioxidant and antimicrobial activity of the essential oils of *Hymenaea courbaril* L. and *Syzygium cumini* (L.) Skeels // *e-Natural Santa-Maria*. – 2021. – Vol. 43. – N 11. – Pp. 419-426

9. Casiglia S., Bruno M., Rossellia S., Senatone F. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil from Flowers of *Eryngium triquetrum* (Apiaceae) // *Natural Product Communications*. – 2006. – Vol. 11. – N 7. – Pp. 1019-1024

10. Pilevar Z., Martiros D., Ranaei V., Taghizadeh M. Biological activities, chemical and bioactive compounds of *Echinophora platyloba* DC: A systematic review // *Bioactive Compounds in Health and Disease*. – 2024. – Vol. 7. – N 2. – Pp. 223-237

УДК 547.541.2.

Багирзаде Р.З.¹, Расулов Ч.К.¹, Сулейманова П.В.²,
Фарзалиева А.Г.¹, Ибрагимов С.Б.²**ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ СИРЕНЕВОЙ КИСЛОТЫ**¹ Институт Нефтехимических процессов имени акад. Ю.Г. Мамедалиева
Министерства Науки и Образования, г. Баку, Азербайджанская Республика² Сумгаитский Государственный Университет, г. Сумгаит

Сиреневая кислота, также известная как 4-гидрокси-3,5-диметоксибензойная кислота или 3,5-диметокси-4-гидроксибензойная кислота, представляет собой соединение, встречающееся в различных растениях и изученное на предмет его потенциальной биологической активности. Исследования сиреневой кислоты изучили ее антиоксидантные, противовоспалительные и антимикробные свойства, что предполагает потенциальное использование в фармацевтических препаратах и в качестве пищевой добавки. Кроме того, ее антимикробная активность может сделать ее полезной при разработке новых антимикробных агентов.

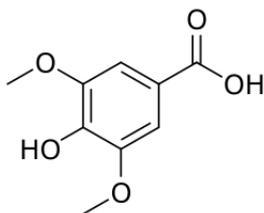
Ключевые слова: сиреневая кислота, антимикробные препараты, антиоксидантная активность, фармакология

Bagirzadeh R.Z.¹, Rasulov Ch.Q.¹, Suleymanova P.V.²,
Farzaliyeva A.Q.¹, Ibrahimov S.B.²**PHARMACOLOGICAL SIGNIFICANCE OF SYRIC ACID**¹ Institute of Petrochemical Processes named after academician Yu.H. Mammadaliyev
Ministry of Science and Education, Baku, Republic of Azerbaijan² Sumgayit State University, Sumgayit

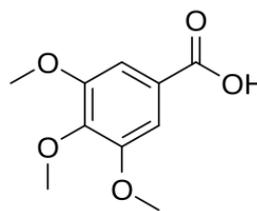
Syringic acid, also known as 4-hydroxy-3,5-dimethoxybenzoic acid or 3,5-dimethoxy-4-hydroxybenzoic acid, is a compound found in a variety of plants and has been studied for its potential biological activity. Studies of syringic acid have examined its antioxidant, anti-inflammatory, and antimicrobial properties, suggesting potential use in pharmaceuticals and as a dietary supplement. Additionally, its antimicrobial activity may make it useful in the development of new antimicrobial agents.

Keywords: syringic acid, antimicrobial agents, antioxidant activity, pharmacology

Сиреневая кислота представляет собой природное фенольное соединение. Ее можно обнаружить в некоторых растениях, в частности, *Ardisia elliptica* и *Schumannianthus dichotomus*. В лабораторных условиях ее получают методом селективного гидролиза эндесминовой кислоты 20 % раствором H₂SO₄



сиреневая кислота



эндесминовая кислота

Сиреневая кислота (СК) содержится в ряде фруктов, меда, красного вина и др. Исследования показали, что сиреневая кислота обладает рядом ценных свойств, в частности,

антиоксидантным, противомикробным, проитвоспалительным, противораковым и противодиабетическим свойствами. Однако фармакологического использования сиреневой полностью еще себя не исчерпал и исследования в этой области продолжают интенсивно развиваться. Так, в работе [1] сообщается, что СК может модулировать динамику нескольких биологических мишеней, таких как белки, транскрипционные факторы, факторы роста и сигнальные молекулы, участвующие в прогрессировании заболевания. Терапевтическая активность СК обусловлена наличием метоксигрупп в ароматическом кольце в положениях 3 и 5. Кроме того, СК имеет более широкое промышленное применение, включая биоремедиацию, фотокаталитическое озонирование, детоксикацию на основе лакказы.

Фенольные кислоты являются биоактивными фитохимическими веществами, которые играют ключевую роль в здоровье человека [2]. Сиреневая кислота является одной из наиболее распространенных фенольных кислот и относится к классу гидроксibenзойной кислоты. Она преимущественно присутствует в оливках, финиках, винограде, грецких орехах, редисе и тыкве. Химическая структура сиреневой кислоты состоит из бензольного кольца с гидроксильной (-ОН) группой, одной карбоксильной кислотной группой (-COOH) и двумя метокси (-OCH₃) группами, присоединенными к кольцу. Наличие метокси групп в ароматическом кольце в положениях 3 и 5 отвечает за придание терапевтических свойств сиреневой кислоте. Сиреневая кислота проявляет широкий спектр фармакологических свойств, включая антиоксидантные, противовоспалительные, гепатопротекторные, кардиопротекторные, нейропротекторные, антимикробные, антидиабетические и антиэндотоксические свойства. Целью данного обзора является изучение природных источников, структуры, биосинтеза, биодоступности и терапевтических эффектов сиреневой кислоты.

Болезни цивилизации являются проблемой мирового здравоохранения. Они являются результатом ежедневных поведенческих, экологических и генетических факторов. Одной из наиболее важных возможностей для предотвращения и облегчения возникновения этих заболеваний является диета, богатая антиоксидантами, такими как полифенолы [3]. В этой обзорной статье основное внимание уделяется сиреневой кислоте (СК), одному из представительных соединений подгрупп фенольных кислот. Существует множество исследований СК *in vitro* и *in vivo*, в которых оценивается ее основное влияние на окислительный стресс и параметры воспаления. Она также эффективна в отношении метаболических факторов риска, включая гипергликемию, высокое кровяное давление и гиперлипидемию. СК является одним из известных полифенольных соединений, которые могут помочь в решении проблем со здоровьем, связанных с болезнями цивилизации.

Сообщается [4], что сиреневая кислота — это натуральная фенольная кислота, содержащаяся в овощах, фруктах и других растительных продуктах питания. Для этого соединения был предложен ряд биологических активностей, включая противораковую, противомикробную, противовоспалительную и антидиабетическую активность, а также антиоксидантные и антинитрозантные свойства. В этом исследовании основное внимание уделяется последним двум. Активность СК по удалению $\text{HO}\cdot$, $\text{HOO}\cdot$, NO и NO_2 оценивалась в физиологических условиях с помощью кинетических и термодинамических расчетов. Вычисленные константы скорости удаления радикалов $\text{HO}\cdot$ СК составили $4,63 \times 10^9$ и $9,77 \times 10^7$ $\text{M}/1$ с в полярных и неполярных растворителях соответственно. Сравнение с экспериментально определенной константой скорости в водном растворе дает отношение $k_{\text{calculated}}/k_{\text{experimental}}$, равное 0,3, поэтому вычисленные кинетические данные являются достаточно точными. СК проявила отличную активность по очистке $\text{HOO}\cdot$ и NO_2 в воде ($k_{\text{overall}}(\text{HOO}\cdot) = 1,53 \times 10^8$ M/c и $k_{\text{overall}}(\text{NO}_2) = 1,98 \times 10^8$ $\text{M}/1$ с), тогда как она не проявила активности по очистке NO ни в одной из исследованных сред. В липидной среде СК проявила слабую активность. Таким образом, в полярных средах очистка радикалов $\text{HOO}\cdot$ СК в 1,53 раза выше, чем у аскорбиновой кислоты. Соответственно, СК является перспективным антиоксидантом и антинитрозантным агентом в полярных средах.

Рак желудка является одним из самых распространенных видов рака и смертельных заболеваний во всем мире. Несмотря на значительные успехи, достигнутые в лечении рака желудка, существующие методы лечения по-прежнему сталкиваются с узкими местами. Химиотерапия, например, может привести к серьезным побочным эффектам, высокой лекарственной устойчивости и неэффективности лечения. Фитохимические соединения, полученные из растений, предлагают новые стратегии в качестве мощных лекарственных молекул в терапии рака. Учитывая низкую токсичность и более высокую скорость переносимости природных соединений, в настоящем исследовании оценивалось влияние сиреневой кислоты на цитотоксичность, окислительный стресс, потенциал митохондриальной мембраны, апоптоз и воспалительные реакции в клеточной линии рака желудка (AGS) [5]. Клетки AGS обрабатывались различными концентрациями (5–40 $\mu\text{g}/\text{мл}$) сиреневой кислоты в течение 24 ч, после чего анализировалась цитотоксичность. Также были исследованы активные формы кислорода (ROS), активность антиоксидантных ферментов, митохондриальный мембранный потенциал (MMP, $\Delta\psi\text{m}$), морфология клеток, экспрессия апоптотических маркеров и паттерны экспрессии белков. Результаты показали, что обработанные сиреневой кислотой клетки развивали противораковую активность за счет потери MMP, жизнеспособности клеток и повышения внутриклеточных ROS. Сиреневая

кислота селективно развивала апоптоз дозозависимым образом за счет усиления регуляции каспазы-3, каспазы-9 и поли-АДФ-рибозополимеразы (PARP), одновременно снижая уровни экспрессии p53 и BCL-2. Сиреневая кислота также снижала активность супероксиддисмутазы (SOD), каталазы (CAT) и глутатионпероксидазы (GSH-Px), тогда как реактивные вещества тиобарбитуровой кислоты (TBARS) увеличивались. Сиреневая кислота подавила пролиферацию клеток рака желудка, воспаление и индуцировала апоптоз путем повышения регуляции mTOR через сигнальный путь АКТ. Исследование предполагает, что сиреневая кислота может представлять собой перспективный химиотерапевтический кандидат для лечения рака желудка. Это исследование является первым отчетом о противораковых эффектах сиреневой кислоты против клеток рака желудка через апоптоз, ингибирование воспаления и подавление сигнального пути mTOR/АКТ.

Диабет — это метаболическое расстройство, связанное с окислительным стрессом и дисфункцией митохондрий. Одним из наиболее распространенных осложнений сахарного диабета является невропатия [6]. В этом исследовании оценивались возможные нейропротекторные эффекты сиреневой кислоты (SYR), натурального полифенольного производного бензойной кислоты, на окислительное повреждение и митохондрии в головном мозге, спинном мозге и седалищном нерве у крыс с диабетом, вызванным стрептозотоцином. Различные группы крыс, включая нормальный контроль, диабетиков (вызванных стрептозотоцином), диабетические группы, получавшие 25, 50 и 100 мг/кг SYR, и недиабетическую группу, получавшую только 100 мг/кг SYR, лечились в течение 6 недель. Функция обучения и памяти, физическая координация, индексы ацетилхолинэстеразы (AChE) и антиоксидантов, а также экспрессия мРНК митохондриального биогенеза измерялись в головном мозге, спинном мозге и седалищных нервах. Диабетические крысы, получавшие 100 мг/кг SYR, продемонстрировали значительное улучшение обучения, памяти и дефицита движения ($p < 0,05$). SYR 100 мг/кг также значительно повысил экспрессию мРНК мозга PGC-1 α и NRF-1, ключевых регуляторов энергетического метаболизма, окислительного фосфорилирования и митохондриального биогенеза. Кроме того, SYR 100 мг/кг и SYR 50 мг/кг увеличили соотношение мтДНК/ядДНК в головном и спинном мозге диабетических крыс соответственно ($p < 0,05$). SYR ослабил перекисное окисление липидов во всех тканях, но не было выявлено значительных эффектов на активность GSH, AChE, каталазы и супероксиддисмутазы. Во всех тестах наблюдались незначительные различия между контрольной группой и группой SYR 100 мг/кг. Более того, SYR уменьшил воспаление и демиелинизацию в седалищных нервах. Это первое исследование, в котором была выявлена

регуляция митохондриального биогенеза и энергетического метаболизма SYR, помимо его антиоксидантной роли в тканях мозга и спинного мозга крыс с диабетом.

Монокристалл сиреновой кислоты был кристаллизован методом медленного испарения и охарактеризован с помощью рентгеновской дифракции, ИК-Фурье, КР-Фурье и УФ-видимой спектроскопии [7]. Рентгеновская дифракция подтверждает кристаллическую структуру как centrosymmetric monoclinic с пространственной группой $C2/c$. Функциональные группы, идентифицированные с помощью исследований ИК-Фурье и КР-Фурье, а также УФ-видимой спектроскопии, дают граничную длину волны 276 нм. Квантово-химические расчеты были выполнены с использованием теории функционала плотности. Вычисленные и экспериментальные колебательные волновые числа были назначены и сравнены. Исследование пограничных молекулярных орбиталей выявило реакционную способность и кинетическую стабильность молекулы. Реакционный центр молекулы дополнительно подтвержден распределением атомного заряда по Малликену и анализом поверхности молекулярного электростатического потенциала. Спектры поглощения молекулы были рассчитаны в жидкой фазе (этанол) с помощью TD-DFT с тем же базовым набором, который установил электронный переход от π к π^* и был сопоставим с наблюдаемым спектром УФ-видимой спектроскопии. Анализ Хиршфельда использовался для определения эффективности взаимодействий между отдельными атомами, а также их вклада. Вклады O...N и N...N являются самыми высокими из-за межмолекулярной водородной связи. Анализ естественных орбитальных связей демонстрирует биологическую активность молекулы. Биологическая активность, такая как антибактериальная, антиоксидантная и противораковая, была оценена с помощью диско-диффузии, анализа DDPH и метода молекулярной стыковки. Зона ингибирования была четко обнаружена на грамположительных и грамотрицательных бактериях, которые показали антибактериальные свойства сиреновой кислоты. Сиреновая кислота предотвращает рак молочной железы, согласно исследованию молекулярной стыковки. Семь различных типов белков рака молочной железы, основанных на различных механизмах, были использованы для проверки эффективности стыковки молекулы сиреновой кислоты, и было выявлено, что PR и HER-2 имеют самые высокие баллы стыковки с $-7,7$ ккал/моль. Кроме того, для лучшего понимания профиля безопасности сиреновой кислоты были исследованы физико-химические и фармакокинетические свойства.

Тип, функции и механизмы биологических ингибиторов нитрификации (BNI) из риса были исследованы с использованием комбинации химических и молекулярных методов, бактериальных биопроб и экспериментов с почвенным микробиомом [8]. Авторы сообщают

об открытии эффективного ингибитора нитрификации, сиреновой кислоты, в корневых экссудатах риса. Активность ингибирования нитрификации сиреновой кислотой была проверена как в слабокислых, так и в нейтральных чистых культурах *Nitrosomonas europaea* и превзошла широко используемый синтетический ингибитор нитрификации, дициандиаמיד (DCD). Более того, сиреновая кислота проявила двойной ингибирующий эффект на аммонооксигеназу аммония (АМО), активную в окислении аммония/аммиака, и на уреазу, активную в гидролизе мочевины. Ингибирование нитрификации сиреновой кислотой также было продемонстрировано в системе рисовой почвы, а обилие аммиакоксилирующих бактерий (АОВ) и аммиакоксилирующих архей (АОА) было значительно подавлено при всех обработках сиреновой кислотой. Синергетический эффект сиреновой кислоты и другого рисового BNI, 1,9-декандиола, на нитрификацию был обнаружен в двух чистых культурах *Nitrosomonas* и рисовой почве. В совокупности полученные результаты расширяют понимание производства BNI рисом и позволяют разрабатывать естественные формулы ингибиторов, которые регулируют трансформацию азота почвы согласованным образом.

Целью исследования [9] было улучшение противогрибковой активности сиреновой кислоты против *Botrytis cinerea* путем использования фермента лакказы для синтеза гетеродимерного соединения путем реакции сочетания с анилином. Синтезированный гетеродимер представляет собой хинон-иминоподобное соединение (2,6-диметокси-4-(фенилимино)бензон), которое было охарактеризовано с помощью ^1H и ^{13}C ЯМР, ИК и масс-спектрометрии. Противогрибковая активность гетеродимерного соединения против *B. cinerea* была определена *in vitro* и показала более высокий противогрибковый эффект, чем субстраты (сиреновая кислота и анилин), ингибируя рост мицелия со значением IC_{50} 0,14 мМ и задерживая на 2 часа прорастание конидий. Кроме того, с использованием флуорохрома калькофлуор белый было отмечено повреждение клеточной стенки при инкубации *B. cinerea* с соединением. Это первый отчет о противогрибковой активности этого типа соединения против *B. cinerea*.

Сиреновая кислота (SYRA) является потенциальным антиоксидантом, используемым в традиционной китайской медицине, и новым нутрицевтиком [10]. Текущие отчеты утверждают, что она обладает потенциальными антиангиогенными, антигликирующими, антигипергликемическими, нейропротекторными и улучшающими память свойствами в различных моделях животных. На сегодняшний день кристаллическая структура SYRA не выяснена, и не было опубликовано ни одного исследования по кристаллической инженерии. В этом исследовании впервые сообщается о кристаллической структуре SYRA вместе с ее сокристаллами никотинамида (SNCT-E) и мочевины (SU-EA-M). Все формы были успешно

охарактеризованы с помощью монокристаллической рентгеновской дифракции (XRD), порошковой рентгеновской дифракции и дифференциальной сканирующей калориметрии. Анализ монокристалла показал, что SYRA кристаллизуется в пространственной группе C2/c, тогда как SNCT-E (2:1) и SU-EA-M (1:2) кристаллизуются в пространственных группах P21/n и Cmc2 соответственно. Новые сокристаллы показали улучшенную растворимость, измененные профили растворения и улучшенную текучесть, и сжимаемость. Цитотоксические эффекты были впервые исследованы на линиях клеток рака простаты DU145, и было отмечено значительное усиление цитотоксичности сокристаллов по сравнению с простыми компонентами. Было отмечено двукратное увеличение % цитотоксичности SNCT-E по сравнению с соответствующей физической смесью. Эти исследования проливают свет на потенциальную полезность SYRA в качестве соформера для различных фармацевтических применений для разработки синергических и органопротекторных сокристаллов.

Колоректальный рак (КРР) является одним из самых распространенных видов рака в мире с высоким уровнем смертности, и это вторая по значимости причина смерти от рака во всем мире, и, по оценкам, более 930 000 смертей произойдут из-за КРР [11]. Помимо генетических и экологических факторов, к факторам риска относятся окислительный стресс, перекисное окисление липидов и изменения параметров антиоксидантной системы. Сиреневая кислота (СК), которая содержит полифенольные соединения, обладает антиоксидантным, антилипидным перекисным и противораковым действием. Благодаря этим эффектам сиреневая кислота может оказывать лечебное действие на клетки HT-29. В этом исследовании авторы определили влияние СК на жизнеспособность клеток HT-29 с помощью МТТ и ее влияние на антиоксидантные и окислительные параметры с помощью тестов TAC-TOS. Сиреневая кислота снизила жизнеспособность, повысила уровни TAC и не вызвала значительного изменения уровней TOS в клетках HT-29. Эти результаты могут указывать на то, что СК оказывает лечебное действие на КРР. Однако для клинического применения необходимы дополнительные исследования.

Мицелий съедобного гриба *Lentinula edodes* можно культивировать в твердой среде, содержащей лигнин, а экстракты горячей воды (Л.Е.М.) коммерчески доступны в качестве пищевой добавки [12]. Во время выращивания фенольные соединения, такие как сиреневая кислота и ванилиновая кислота, были получены лигнин-разрушающей пероксидазой, выделяемой из мицелия *L. edodes*. Поскольку эти соединения обладают активностью по удалению радикалов, мы исследовали их защитное действие на окислительный стресс у мышей с поражением печени, вызванным CCl₄. Авторы исследовали гепатопротекторное

действие сиреновой кислоты и ванилиновой кислоты на хроническое поражение печени, вызванное CCl_4 , у мышей. Инъекция CCl_4 в брюшную полость вызвала повышение уровней аспартатаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ) в сыворотке. Внутривенное введение сиреновой кислоты и ванилиновой кислоты значительно снизило уровни трансаминаз. Четыре недели лечения CCl_4 вызвали достаточно избыточное отложение коллагеновых фибрилл. Исследование окрашенных азаном срезов печени показало, что сиреновая кислота и ванилиновая кислота, очевидно, подавляли накопление коллагена и значительно снижали содержание гидроксипролина в печени, который является количественным маркером фиброза. Оба эти соединения ингибировали активацию культивируемых звездчатых клеток печени, которые играют центральную роль в фиброгенезе печени, и поддерживали жизнеспособность гепатоцитов. Эти данные свидетельствуют о том, что введение сиреновой кислоты и ванилиновой кислоты может подавлять фиброз печени при хроническом повреждении печени.

Целью исследования [13] было выделить и идентифицировать соединения, ответственные за противогрибковую активность против *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis* (Foa) из экстракта надземных частей *Asteriscus graveolens*, и оценить эффекты *in vitro* выбранных соединений для контроля фузариозного увядания. Авторы выявили наличие фенольных соединений в *Asteriscus graveolens*, из которых были исследованы противогрибковые активности экстрактов надземных частей на предмет воздействия на рост мицелия против *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis* (Foa) методом прямой биоавтографии. Противогрибковые соединения были выделены из экстракта *A. graveolens* с помощью колоночной хроматографии на силикагеле и тонкослойной хроматографии. Структурная идентификация противогрибковых соединений проводилась с использованием ЯМР (1H и ^{13}C) спектроскопии и ЖХ-МС. Выделенные соединения были идентифицированы как метилгаллат (МГ) и сиреновая кислота (СК) на основе сравнения их спектральных и физических данных с литературными данными.

Фракционирование метанольного экстракта *Tamarax aucheriana*, направленное на биоактивность, привело к выделению его основного биоактивного материала, идентифицированного как сиреновая кислота с помощью УФ, ИК, EIMS, SIMS, H^1 ЯМР и C^{13} ЯМР [14,15]. Антимитогенный и хемосенсибилизирующий потенциал сиреновой кислоты изучался на клетках колоректального рака человека. Сиреновая кислота оказывала сильное антимитогенное действие, зависящее от времени и дозы, на клетки колоректального рака с небольшим эффектом на нормальные фибробласты человека. Сиреновая кислота вызывала зависящие от времени изменения в распределении цикла раковых клеток. Сиреновая кислота

индуцировала апоптоз, умеренно ингибировала инвазию клеток, умеренно ингибировала активность NFκB и заметно ингибировала ангиогенез в клетках колоректального рака. Сиреневая кислота снижала экспрессию циклинов B, C, E и H, AIF, cIAP-1, cIAP-2, Bcl2 и FLIP. Сиреневая кислота повысила экспрессию Cdk1, CDk2, Cdk7, p19, p21, p27, Bad, Bak, Bax, Bid, Bim, Araf1, Smac и каспаз 2, 3, 6, 7, 8 и 9. Сиреневая кислота дифференциально сенсibilizировала раковые клетки к камптотецину, 5FU, оксалоплатину, доксорубицину, таксолу, винбластину, винкристину, этопозиду, эллиптицину, амсакрину, гомохаррингтону и афидиколину. В совокупности эти результаты ясно указывают на потенциал сиреневой кислоты как антимиотогенного и химиосенсibilizующего агента для колоректального рака человека.

Таким образом, анализ результатов приведенных в работе исследований показывает, что сиреневая кислота может успешно применяться при лечении таких болезней как диабет, различные виды рака, воспалительные болезни и др. Это создает весомые предпосылки для продолжения исследований в области изучения физико-химических и фармакологических свойств сиреневой кислоты и ее функционально-замещенных производных.

Список использованной литературы

1. Cheemanapalli S., Mopun R., Golla R., Anuradh C.M. Syringic acid (SA) – A Review of Its Occurrence, Biosynthesis, Pharmacological and Industrial Importance // *Biomedicine and Pharmacotherapy*. – 2018. – Vol. 108. – Pp. 547-557
2. Shimsa S., Mondal S., Mini S. Syringic acid: A promising phenolic phytochemical with extensive therapeutic applications // *Functional Food Products*. – 2024. – Vol. 1.- N 5. – Pp. 1-14
3. Bartel I., Mandryk I., Horbanczyk J., Wierzbicka A. Nutraceutical Properties of Syringic Acid in Civilization Diseases—Review // *Nutrients*. – 2024. – Vol. 16. – N 1. – Pp. 10-16
4. Quan V., Bay M.V., Pham C.N., Quang D. Theoretical and Experimental Studies of the Antioxidant and Antinitrosant Activity of Syringic Acid // *J. Org. Chem.* – 2020. – Vol. 85. – N 23. – Pp. 15514-15520
5. Jinjin P., Velu P., Zarejan M., Feng Z. Effects of Syringic Acid on Apoptosis, Inflammation, and AKT/mTOR Signaling Pathway in Gastric Cancer Cells // *Front. Nutr.* – 2021. – Vol. 8. – Pp. 13-19
6. Rashedinia M., Alimohammadi M., Sahlfroushan N., Khoshnoud M.J. Neuroprotective Effect of Syringic Acid by Modulation of Oxidative Stress and Mitochondrial Mass in Diabetic Rats // *Biomed. Research International*. – 2020. – N 4. – Pp. 152-157
7. Zochedh A., Priya M., Chakarayarthi C., Asath B.S. Experimental and Computational Evaluation of Syringic Acid – Structural, Spectroscopic, Biological Activity and Docking Simulation // *Polycyclic Aromatic Compounds*. – 2023. – Vol. 43. – N 7. – Pp. 6516-6548
8. Yufang L., Zhang X., Mingkun M., Weijun Z. Syringic acid from rice as a biological nitrification and urease inhibitor and its synergism with 1,9-decanediol // *Biology and Fertility of Soils*. – 2021. – Vol. 74. – N 2. – Pp. 1-13

9.Mendoza L., Castro P., Melo R., Campos A-M. Improvement of the antifungal activity against *Botrytis cinerea* of syringic acid – a phenolic acid from grape pomace // *Journal of the Chilean Chemical Society*. – 2016. – Vol. 61. – N 3. – Pp. 81-89

10.Thipparaboinal R., Mittapalli S., Thatikonda S., Narigia A. Syringic Acid: Structural Elucidation and Co-Crystallization // *Cryst. Growth. Des.* – 2016. - Vol. 16. – N 8. – Pp. 4679-4687

11.Burul F., Altunlu O., Okkay I., Bayram C. Investigation of the Antitumoral Activity of Syringic Acid on HT-29 Cells: An In Vitro Study // *Recent Trends in Pharmacology*. – 2023. – Vol. 1. – N 3. – Pp. 123-130

12.Ayano I., Katsuhiko I., Masuo K., Kawase M. Hepatoprotective Effect of Syringic Acid and Vanillic Acid on CCl₄-Induced Liver Injury // *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. – 2010. – Vol. 33. – N 6. – Pp. 983-987

13.Belhi Z., Roucham Z., Boulenouar N., Cheriti A. Antifungal activity of methyl gallate and syringic acid isolated from *Asteriscus graveolens* against *Fusarium oxysporum* F. sp // *J. Pac. Pharm. Ankara*. – 2024. – Vol. 48. – N 4. – Pp. 1303-1312

14.Salah M., Afzal M., Al-Attiyah R., Bhardwai R. Anti-mitogenic and Chemo-Sensitizing Activities of Syringic Acid in Human Colorectal Cancer Cells: potential molecular mechanisms of action // *FASEB Journal* – 2011. – Vol. 25. – N 51. – Pp. 621-632

15.de Faria L.P., Ferreira A.M., Claudio A.F., Coutinho A.P. Recovery of Syringic Acid from Industrial Food Waste with Aqueous Solutions of Ionic Liquids // *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*. – 2019. – Vol. 7. – Pp. 14143-14152

УДК 796.422

Зарипова Р. Р., Нагаев Э. А., Шеметова А. В.
**МОНИТОРИНГ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА И
АДАПТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА У СПОРТСМЕНОВ,
СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В НАПРАВЛЕНИИ ЛЁГКАЯ АТЛЕТИКА**
Башкирский государственный медицинский Университет, г.Уфа

В контексте современного спорта высших достижений наблюдается тенденции к значительной интенсификации тренировочного процесса, что создаёт экстремальные нагрузки на организм спортсмена. Фундаментальная задача заключается не только в диагностике актуального уровня тренированности, но и выявление признаков перенапряжения.

Ключевые слова: спорт, лёгкая атлетика, потенциал организма, мониторинг, бег.

Zaripova R.R., Nagaev E.A., Shemetova A.V.
**MONITORING OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE BODY AND ADAPTIVE
POTENTIAL IN ATHLETES SPECIALIZING IN ATHLETICS**
Bashkir State Medical University, Ufa

In the context of modern high-performance sports, there is a tendency towards significant intensification of the training process, which creates extreme stress on the athlete's body. The fundamental task is not only to diagnose the current level of fitness, but also to identify signs of overexertion.

Keywords: sports, athletics, body potential, monitoring, running.

Лёгкая атлетика, будучи чрезвычайно популярным и доступным видом спорта, нуждается в современных подходах к тренировкам для достижения высоких результатов. Хотя некоторые перспективные методы тренировок уже доказали свою общую эффективность, научное понимание того, как спортсмены адаптируются к ним.

Актуальность. Сравнительное изучение адаптационного потенциала у представителей легкоатлетической специализации

Цель работы. Провести динамическую оценку функционального состояния и адаптационного потенциала у легкоатлетов с последующей разработкой гигиенических нормативов для оптимизации тренировочного процесса и предотвращения состояния перенапряжения.

Материалы и методы. Статистическая обработка данных и анализ сделаны с использованием программного пакета IBM SPSS Statistics версия 29,0.

Для решения поставленной задачи было сформировано две группы наблюдения с помощью метода оценки физического развития (антропометрия) и морфофункционального состояния (соматоскопия). Основная группа (I группа) - 15 человек легкоатлеты имеющие спортивную квалификацию (спортсмены, кандидаты и мастера спорта). Группа сравнение 21

человек (II группа) - практически здоровые лица, не вовлечённые в долгосрочное занятие спортом высших достижений.

Результаты и обсуждение

В сфере физической культуры и спорта, понимание адаптационного потенциала имеет большое значение для людей, активно занимающихся физическими упражнениями. Адаптационные способности организма – это одна из ключевых основ его возможностей. По сути, это резервы, которые постоянно задействуются для поддержания баланса между внутренней и внешней средой. Эти функциональные ресурсы, включающие энергетические, информационные [1] и метаболические компоненты, расходуются и восстанавливаются в процессе жизнедеятельности. Кровеносная система человека играет ключевую роль в приспособлении организма к меняющимся внешним условиям. Часто состояние сердечно-сосудистой системы служит показателем общих адаптационных процессов. Долгосрочная адаптация требует значительных ресурсов организма. Сердечно-сосудистая система отражает эти изменения через такие параметры, как пульс и давление [2]. Хеморецепторы же регулируют кровоток в различных частях тела, обеспечивая общую способность организма адаптироваться к постоянно меняющейся среде [5]. Адаптационный потенциал - это интегральная характеристика организма, которая отражает способность приспособливаться к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды. Определяет тактику здоровья и помогает понять на какую систему человека следует воздействовать в первую очередь [3]. Адаптационный потенциал является показателем в отношении артериального давления, частоты сердечных сокращений, роста, массы и веса. Данные показатели являются основными.

Таблица 1

Значение показателей адаптационного потенциала I и II группы

Группа испытуемых	Время исследование	Результаты адаптационного потенциала	Достоверность различий
I группа	До тренировки	1,85 ± 0,08	P < 0.001
	После тренировки	2,45 ± 0,10	
	После восстановления	1,82 ± 0,09	

II группа	До тренировки	2,15 ± 0,11	P > 0.05
	После тренировки	2,24 ± 0,12	

Исследование показало, что перед началом интенсивных тренировок у легкоатлетов регуляторные механизмы кровообращения функционировали на оптимальном уровне (Таблица 1). Низкий адаптационный потенциал ($1,85 \pm 0,08$) подтверждал их удовлетворительную адаптацию. После тренировочного цикла этот показатель статистически значимо возрос до $2,45 \pm 0,10$ ($P < 0,001$), что указывает на повышенную нагрузку на адаптационные системы организма [4]. По завершении восстановительного периода адаптационный потенциал вернулся к исходным значениям ($1,82 \pm 0,09$), демонстрируя отличные восстановительные способности тренированных спортсменов. У практически здоровых людей, не занимающихся спортом регулярно, за время наблюдения не было выявлено статистически значимых изменений в показателях адаптационного потенциала ($P > 0,05$). Их адаптационный потенциал на протяжении всего исследования находился на уровне, характерном для городского населения с низкой физической активностью, что свидетельствует о функциональном напряжении [6]. В отличие от этого, у квалифицированных легкоатлетов наблюдалась выраженная изменчивость и высокая реактивность сердечно-сосудистой и дыхательной систем в ответ на тренировки. Таким образом, у спортсменов адаптационный потенциал демонстрировал динамику, тогда как у нетренированных людей он оставался стабильно низким.

Заключение. Исследование, сравнивающее адаптационный потенциал спортсменов-легкоатлетов и людей, не занимающихся спортом, выявило явные преимущества первых. Легкоатлеты изначально обладали более высоким адаптационным потенциалом, находясь в состоянии удовлетворительной адаптации ($1,85 \pm 0,08$). Их сердечно-дыхательная система демонстрировала более динамичную реакцию на физические нагрузки. Важно отметить, что спортсмены отличались высокой лабильностью адаптационного потенциала: они быстро адаптировались к тренировочным нагрузкам и столь же оперативно восстанавливались, что говорит о превосходных резервных возможностях и отлаженных механизмах адаптации. В то время как у спортсменов наблюдались выраженные фазные изменения в адаптационных процессах, у нетренированных людей эти процессы были более стабильными, но менее эффективными. Высокая восстановительная способность тренированных спортсменов подтверждается полной нормализацией показателей после периода отдыха.

Список использованной литературы

1. Азаренкова, Н. Р. Двигательная активность как необходимость для студентов / Н. Р. Азаренкова. — Текст: непосредственный // Молодой учёный. — 2020. — № 20 (310). — С. 480–481. — URL: <https://moluch.ru/archive/310/70001/> (дата обращения: 13.11.2025)
2. Берсенева А.П. Принципы и методы массовых донозологических обследований с использованием автоматизированных систем: автореф. дис.... д-ра мед. наук. - Киев, 1991. - 27 с.
3. Замчий, Т. П. Морфофункциональные аспекты адаптации к силовым видам спорта: монография / Т. П. Замчий, Ю. В. Корягина. – Омск : Изд-во СибГУК, 2012. – 156 с.
4. Захарьева, Н. Н. Спортивная физиология: курс лекций для студентов вузов, обучающихся по специальностям 032101 – Физ. культура и спорт и 032102 – Физ. культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (Адаптив. физ. культура) / Н. Н. Захарьева. – М. : Физическая культура, 2012. – 284 с.
5. Пушкарев Ю.П., Герасимов А.П., Синельникова В.В. О принципах физиологической адаптации к факторам среды // Механизмы функционирования висцеральных систем: материалы междунар. конф). — СПб, 1999. - С. 302.
6. умаритов А.В. АДАПТАЦИЯ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНА К ВЫСОКИМ ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ // Вестник науки №12 (69) том 3. С. 1215 - 1222. 2023 г. ISSN 2712-8849 // Электронный ресурс: <https://www.вестник-науки.рф/article/11783> (дата обращения: 23.11.2025 г.)
7. Фарфель, В. С. Управление движениями в спорте / В. С. Фарфель. – 2-е изд., стер. – М. : Сов. спорт, 2011. – 202 с.

Сведения об авторах статьи:

Зарипова Розалина Рустамовна- студент МПФ-401Б группы медико-профилактического факультета очной формы обучения ФГБОУ ВО Башкирский государственный медицинский университет, г.Уфа ул. Ленина, 3. Email: zaripova.rozalina10@gmail.com

Нагаев Эмиль Аликович - студент МПФ-401Б группы медико-профилактического факультета очной формы обучения ФГБОУ ВО Башкирский государственный медицинский университет, г.Уфа, ул.Ленина,3. E-mail: emil.nagaev07@mail.ru

Шеметова Арина Владимировна - студент МПФ-401Б группы медико- профилактического факультета очной формы обучения ФГБОУ ВО Башкирский государственный медицинский университет, г.Уфа, ул. Ленина, 3. E-mail: shemetovaaarina@mail.ru

УДК 613.863

Канзафаров Д.Ф., Хайдарова А.Р., Сайфуллин А.Г., Морозова Л.Н.
**ПСИХОГИГИЕНА КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ АГРЕССИИ У
ДОШКОЛЬНИКОВ С ВЫРАЖЕННЫМ ЭГОЦЕНТРИЗМОМ**

Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа

Психогигиена направлена на разработку методов сохранения психологического благополучия взрослых и детей для предупреждения поведенческих нарушений, включая агрессию. В данной статье рассматриваются методы для снижения агрессивности у дошкольников с выраженным эгоцентризмом, который при чрезмерной выраженности затрудняет развитие эмпатии и социальных навыков. Для исследования использованы три рисуночных теста - «Моя семья», «Несуществующее животное» и «Крокодил». Анализ показал, что дети с высоким уровнем эгоцентризма чаще подвержены агрессивному поведению, тогда как менее эгоцентричные дошкольники менее агрессивные.

Ключевые слова: психогигиена, агрессивное поведение, эгоцентризм, профилактика агрессии, проективные рисуночные тесты.

Kanzafarov D.F., Khaidarova A.R., Saifullin A.G., Morozova L.N.
**PSYCHOHYGIENE AS A FACTOR IN REDUCING AGGRESSION IN
PRESCHOOLERS WITH EXPRESSED EGOCENTRISM**

Bashkir State Medical University, Ufa

Psychohygiene is aimed at developing methods for preserving the psychological well-being of adults and children to prevent behavioral disorders, including aggression. This article discusses methods for reducing aggression in preschoolers with pronounced egocentrism, which, if excessive, hinders the development of empathy and social skills. The study used three drawing tests: "My Family," "The Non-Existing Animal," and "The Crocodile." The analysis showed that children with high levels of egocentrism are more likely to exhibit aggressive behavior, while less egocentric preschoolers are less aggressive.

Keywords: psychohygiene, aggressive behavior, egocentrism, aggression prevention, projective drawing tests.

Актуальность: агрессивное поведение у дошкольников остаётся одной из значимых проблем, влияющих на эмоциональное развитие и успешность социализации детей. Особую роль в формировании агрессии играет выраженный эгоцентризм, который затрудняет развитие эмпатии и навыков взаимодействия со сверстниками. В этих условиях психогигиена становится важным инструментом профилактики, так как направлена на создание условий, поддерживающих эмоциональное благополучие ребёнка. Исследование психогигиенических подходов позволяет своевременно выявлять факторы риска и снижать вероятность устойчивых поведенческих нарушений.

Цель исследования: установить связь между выраженностью эгоцентризма и агрессивным поведением у детей дошкольного возраста с помощью рисуночных тестов, предложить и обосновать психогигиенические методики, которые способны снизить уровень агрессии у дошкольников за счет преодоления эгоцентризма.

Материалы и методы: В исследовании приняли участие 35 детей старшего дошкольного возраста (5–6 лет), которые отбирались случайным образом, при условии письменного согласия родителей. Были изучены современные работы по детской агрессии и психогигиене, включая отечественные и зарубежные исследования за период 2020–2025 гг., а также классические труды (Ж. Пиаже, А. Бандуры и др.), для обоснования гипотезы исследования. Для оценки уровня агрессии использовались рисуночные тесты: «Моя семья», «Несуществующее животное» и «Крокодил». Эти тесты позволяют выявить особенности восприятия ребенком социального окружения и проекции внутреннего эмоционального состояния в рисунке.

Результаты и обсуждение. Детская агрессия рассматривается как форма поведения, направленная на причинение вреда другому человеку, и её распространённость в дошкольном возрасте подтверждается современными исследованиями, которые подчеркивают влияние агрессии на общее социальное благополучие и психологическое развитие ребёнка. Отмечается, что агрессивность дошкольников нередко связана с эмоциональной незрелостью, трудностями в управлении импульсами и слабостью механизмов самоконтроля, что делает это явление особенно значимым для педагогов и психологов. В раннем возрасте агрессия не является единичным проявлением, а часто выступает устойчивой поведенческой реакцией, формирующейся под воздействием семейных, социальных и личностных факторов, что требует раннего вмешательства и системной профилактики [1].

Современные исследования показывают, что агрессивное поведение у дошкольников нередко обусловлено недостаточной эмоциональной зрелостью: дети испытывают трудности в понимании собственных чувств и других людей, что ведёт к импульсивным реакциям и повышенной конфликтности [4]. Особенно уязвимыми оказываются дети с выраженным эгоцентризмом, поскольку ограниченная способность выходить за пределы собственного видения ситуации делает их менее готовыми к сотрудничеству и спокойному решению спорных ситуаций [3]. Такие дети чаще оказываются в ситуациях столкновения интересов, поскольку интерпретируют социальные взаимодействия исключительно через собственные потребности. В этой связи всё более значимой становится роль психогигиены, которая предлагает комплекс мер, направленных на формирование эмоциональной устойчивости, развитие эмпатии и обучение ребёнка конструктивным формам общения со сверстниками [19]. Психогигиенический подход рассматривается как основа профилактической работы, позволяющей корректировать поведение и предупреждать дальнейшее развитие агрессивного поведения ребёнка.

Зарубежные исследования демонстрируют, что целевые программы, направленные на развитие эмпатии и социальных навыков у детей, способны существенно уменьшать проявления агрессии, поскольку формируют у дошкольников способность понимать эмоции других и выбирать неагрессивные способы взаимодействия [4]. Систематическое обучение навыкам саморегуляции и сотрудничества способствует формированию у ребёнка более устойчивых моделей поведения, соответствующих принципам психогигиены. Важным фактором также является семейная среда, поскольку именно ежедневные формы общения в семье определяют, какие реакции ребёнок воспринимает как допустимые и воспроизводимые в общении со сверстниками [7]. Исследования подчёркивают, что стиль воспитания, эмоциональная атмосфера дома и характер взаимодействия родителей с ребёнком напрямую влияют на то, какие поведенческие модели закрепляются и становятся основой его социального опыта [7].

Для изучения агрессии дошкольников были использованы проективные рисуночные тесты, позволяющие выявить скрытые эмоциональные реакции, уровень эгоцентризма и характер взаимодействия ребёнка с социальным окружением. Выбор именно этих рисуночных методик обусловлен тем, что в дошкольном возрасте они являются наиболее информативным и доступными.

Первым заданием для детей был рисуночный тест «Моя семья» ребёнку предлагалось нарисовать свою семью. Анализировались следующие показатели: расположение фигур на рисунке, размер, наличие или отсутствие отдельных членов семьи, дистанция между фигурами, выражение лиц и характер взаимодействия. Согласно литературным данным, проективный тест «Рисунок семьи» позволяет в ненапряженной форме оценить эмоциональные состояния ребенка, включая тревожность и склонность к агрессии. В частности, ограниченное включение себя и других людей в рисунок, изоляция фигур могут свидетельствовать о проблемах во взаимоотношениях, а чрезмерно большие размеры «Я»-фигуры – о эгоцентрической позиции ребенка [20].

У эгоцентричных детей в тесте «Моя семья» чаще всего наблюдалось стремление выделить собственную фигуру: в большинстве работ они помещали себя в центр композиции или изображали значительно крупнее других членов семьи, отдаляли кого-то из членов семьи или вообще не рисовали, что отражает эмоциональную дистанцию и возможную конкуренцию внутри семьи.

У детей без выраженного эгоцентризма семья изображена гармонично и сбалансированно: фигуры были пропорциональны, располагались рядом, часто держались за руки и имели доброжелательные выражения лиц, использовались более спокойные цвета.

Это позволяет сделать вывод, что такие дети более социально адаптированы и реже проявляют скрытую агрессию через рисунок, тогда как эгоцентричные дошкольники чаще подчёркивают собственную значимость.

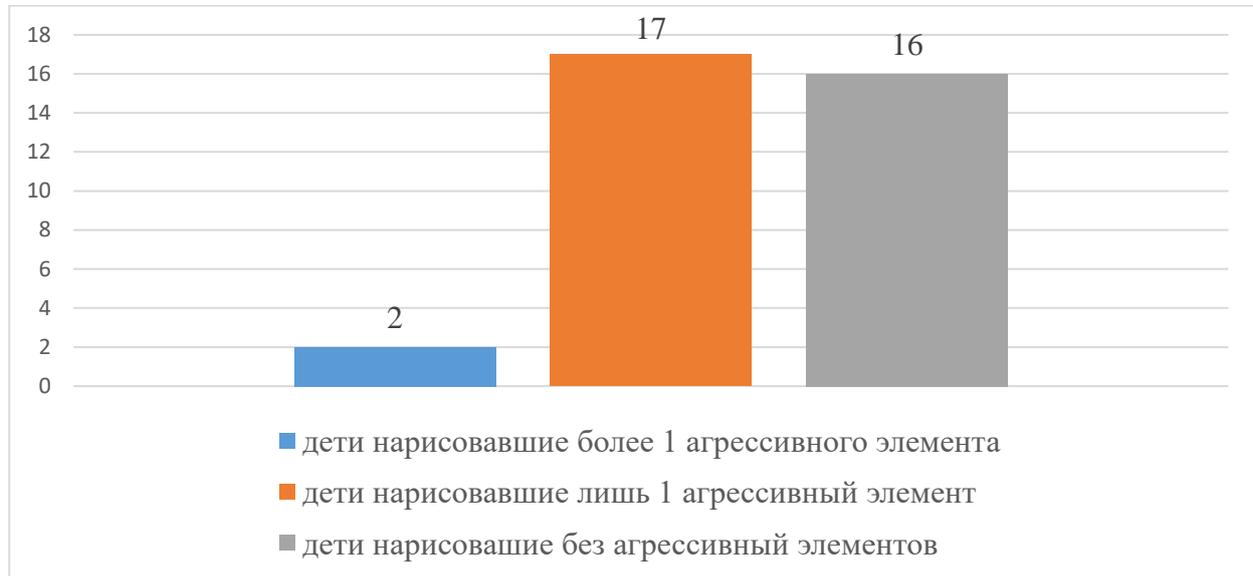


Рисунок 1. Результаты детей по рисуночному тесту «Моя семья»

Вторым заданием для детей был рисуночный «Несуществующее животное», в котором ребенок рисует вымышленное животное. Методика нацелена на выявление особенностей воображения и скрытых личностных черт. Считается, что образ несуществующего животного символически отражает самоощущение ребенка, его страхи, агрессивность, степень конфликтности и т.д. При анализе обращалось внимание на размер нарисованного существа, наличие агрессивных атрибутов – острых зубов, когтей, шипов, а также на выражение морды/лица животного, детали окружения и присутствие/отсутствие других существ рядом [20].

Дети с выраженным эгоцентризмом чаще создавали гротескные образы: воображаемые существа были огромными, занимали почти весь лист и обладали выраженными хищническими чертами — острыми зубами, когтями, шипами и рогами. Такие элементы указывали на стремление ребёнка подчеркнуть силу и на внутреннее напряжение. Характерно, что дети этой группы почти никогда не изображали рядом других существ, что может свидетельствовать о трудностях социальной адаптации и ориентации на одиночное доминирование.

У дошкольников без выраженного эгоцентризма животные выглядели более дружелюбными и близкими к реальным или сказочным персонажам: с округлыми формами, улыбками и яркими цветами. Агрессивные детали встречались крайне редко, а в части работ дети добавляли «семью» или «друзей» для созданного существа, что отражает их

способность включать социальные отношения в собственные фантазии. Различия в рисунках подтверждают связь между уровнем эгоцентризма и тем, как ребёнок воспринимает мир и выражает эмоциональные тенденции в творчестве.

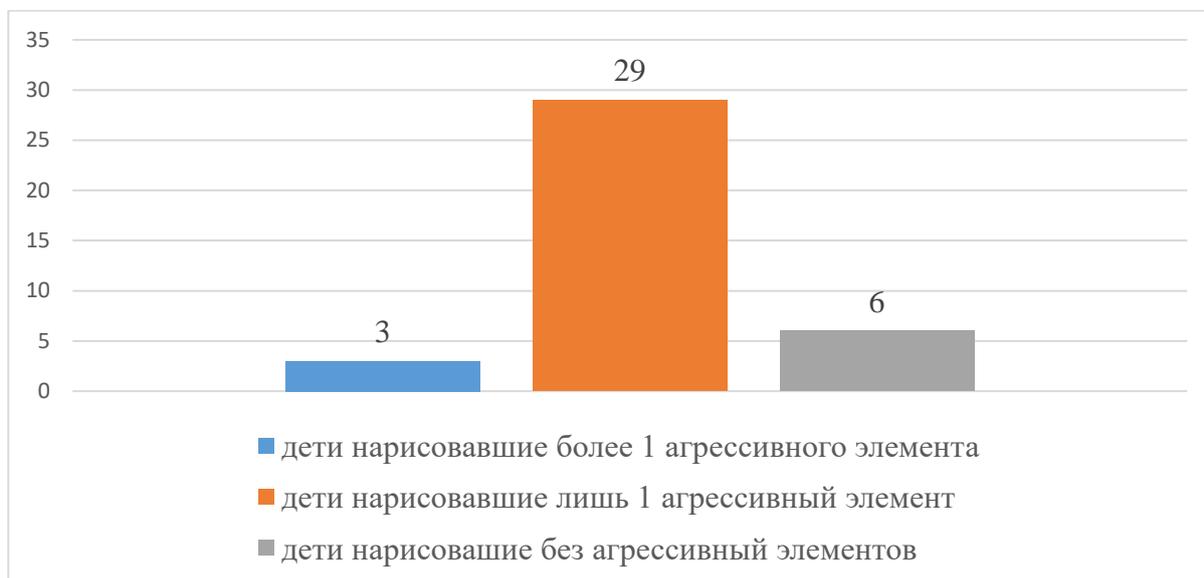


Рисунок.2. Результаты детей по рисуночному тесту «Несуществующее животное»

И заключительным заданием был рисуночный тест «Крокодил» ребенку давалась инструкция нарисовать крокодила. Анализировались такие признаки, как: наличие у крокодила острых зубов, открытой пасти, размер животного и отдельных его частей, цвета и штрихи, дополнительные агрессивные детали (капли крови, изображения жертв и т.п.) [18].

Эгоцентричные дети изображали крокодила как угрожающее существо: животное имело гипертрофированные зубы, раскрытую пасть и увеличенные части тела, а фон был выполнен тёмными, напряжёнными штрихами. У некоторых детей появлялись дополнительные элементы - когти, изображения «жертвы», что усиливало впечатление агрессии и фантазийной угрозы.

Дети без выраженной агрессивности, напротив, рисовали крокодила нейтральным или даже дружелюбным: с закрытой пастью, нормальными пропорциями и ярким спокойным окружением. В ряде работ крокодил выглядел комичным или мультяшным, без каких-либо признаков нападения. Эти различия показывают, что агрессивные дети склонны наделять даже нейтральный объект враждебными чертами, тогда как неагрессивные дошкольники воспринимают его как обычное животное, не связывая образ с угрозой.

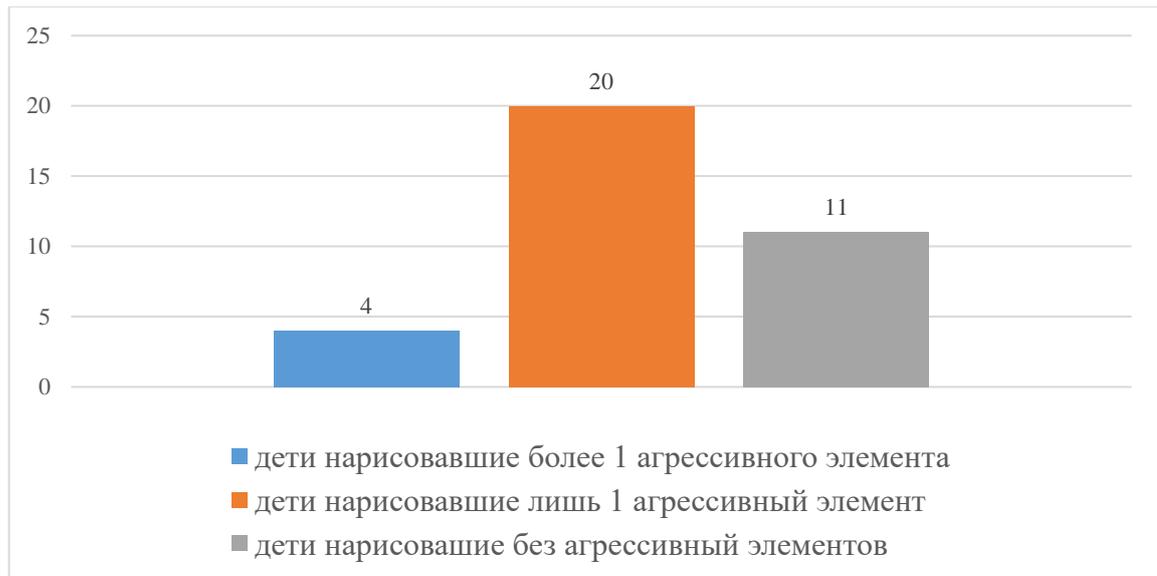


Рисунок.3. Результаты детей по рисуночному тесту «Крокодил»

Полученные результаты показывают, что дети с выраженным эгоцентризмом чаще создают агрессивные образы, подчеркивая собственную значимость и эмоциональную дистанцию от окружающих. Дошкольники с низким уровнем агрессии и эгоцентризма изображают более спокойные, гармоничные рисунки и рисуют себя в окружении семьи. Эти различия отражают особенности эмоционального развития и способность ребёнка к социальному восприятию.

Учитывая выявленные закономерности, представляется важным определить психогигиенические рекомендации, направленные на снижение агрессивных проявлений и развитие эмпатии у дошкольников. Эти рекомендации адресованы как педагогам и психологам дошкольных учреждений, так и родителям.

1. Развитие эмпатии и навыков общения у детей: ролевые игры, чтение и обсуждение историй, рекомендованные программы социально-эмоционального обучения (SEL): проведение «уроков дружбы», «часов доброты», развитие кооперативных навыков в игре, тренинг навыков коммуникации и разрешения конфликтов.

2. Воспитание эмоциональной саморегуляции: эмоциональное просвещение, методы успокоения, физические разрядки, метод агрессивного замещения (ART).

3. Оптимизация семейной среды и родительские стратегии: демонстрация положительного примера, последовательное воспитание без жестокости, развитие эмпатии в семье.

4. Роль педагога-психолога в профилактике: мониторинг эмоционального состояния и поведения детей, проведение коррекционных программ в ДОУ, создание

поддерживающей, безопасной атмосферы, просветительская работа с персоналом ДОУ и родителями.

Заключение (выводы). Полученные данные показывают, что выраженный эгоцентризм у дошкольников тесно связан с повышенной агрессивностью, что проявляется как в их поведении, так и в проективных рисунках. Дети с такими особенностями чаще изображают себя доминирующими и используют агрессивные символы, тогда как менее эгоцентричные дошкольники создают более спокойные и социально ориентированные образы. Психогигиенический подход, основанный на развитии эмпатии, саморегуляции и навыков конструктивного взаимодействия, позволяет заметно снизить уровень агрессии. Эффективность профилактики во многом зависит от согласованных действий семьи и детского сада, поскольку именно близкое окружение формирует устойчивые поведенческие модели. Внедрение таких мер способствует гармоничному развитию ребёнка и снижает риск будущих поведенческих нарушений.

Список использованной литературы

1. Жигинас Н. В., Сухачёва Н. И. Агрессия как объективный фактор современного общества // Научно-педагогическое обозрение. *Pedagogical Review*. – 2020. – №3(31). – С. 208–212. DOI: 10.23951/2307-6127-2020-3-208-212
2. Юрченко Т. И. Взаимодействие педагога-психолога и семьи как условие эффективности коррекции агрессивного поведения у дошкольников // Молодой ученый. – 2025. – №43(594). – С. 283–285.
3. Перышкова С. А., Киселева Д. С., Трунина А. С. Психолого-педагогические подходы к профилактике агрессивного поведения дошкольников // Наука и образование (Мичуринский ГАУ). – 2022. – Т.5, №4.
4. Kargar M., Choobforoushzadeh A., Mohammadpanah Ardakan A., Sahraian K. The effectiveness of teaching self-control and empathy skills on children's aggression and social interest // *Journal of Family and Behavior* (in press). – 2024. – (In Eng.).
5. Wang Y., Shang S., Xie W., Hong S., Liu Z., Su Y. The relation between aggression and theory of mind in children: A meta-analysis // *Developmental Science*. – 2023. – Vol.26(2): e13310. DOI: 10.1111/desc.13310
6. Kanakogi Y., Miyazaki M., Takahashi H., Yamamoto H., Kobayashi T., Hiraki K. Third-party punishment by preverbal infants // *Nature Human Behaviour*. – 2022. – Vol.6(7). – P. 897–904. DOI: 10.1038/s41562-022-01354-2
7. Sanaty M., Pournesaei G.S., Maleki Pirbazari M. Family size and children's emotional adjustment: a comparative study of anxiety and aggression using the Family Drawing Test // *Mental Wellness*. – 2025. – Vol.3, Article 26. DOI: 10.4081/mw.2025.26
8. Benito E., Cañaveras M.Á., Padilla M.Á. и др. Children's drawings as a projective tool to explore and prevent experiences of mistreatment and/or sexual abuse // *Frontiers in Psychology*. – 2023. – Vol.14: 1002864. DOI: 10.3389/fpsyg.2023.1002864

9. Бовина И. Б. Исследование эмпатии: критический анализ и новые перспективы // Психологическая газета. – 07.03.2023. – [Электронный ресурс]. Доступ: psy.su/feed/10996 (дата обращения: 10.11.2025).
10. Проничева М. М., Асланова В. С. Обзор современных зарубежных исследований социально-агрессивного поведения детей и подростков // Мир науки. Педагогика и психология. – 2024. – Т.12, №5. – ID: 46PSMN524.
11. Mavlyanbekova M. Sh. Агрессивное поведение у дошкольников: причины, проявления и пути коррекции // Инновационная наука. – 2025.
12. Иванова Е. А., Шерешкова Е. А. Психологическая коррекция агрессивного поведения старших дошкольников // Вестник психологии и педагогики. – 2025.
13. Najafpour Z., Firoozabadi A., Jeshoughani M. Empathy training and aggression in children – evidence from an educational intervention // Journal of Psychological Research. – 2021
14. Firoozabadi A., Jeshoughani M. The effect of empathy skills training on aggressive behavior in preschoolers // Child Care and Health Development. – 2020.
15. Flores F., et al. Self-control and aggression in early childhood: A correlational study // Journal of Clinical Child Psychology. – 2020.
16. Matthys W., Schutter D. J. L. G. Increasing Effectiveness of Cognitive Behavioral Therapy for Conduct Problems in Children // Clinical Child and Family Psychology Review. – 2021.
17. Harte E., Barry M. Enhancing caregiver–child interactions through early interventions // Children. – 2024.
18. Sanaty M., Pourmesaei G.S., Maleki Pirbazari M. Family size and children’s emotional adjustment: a comparative study of anxiety and aggression using the Family Drawing Test // Mental Wellness. – 2025. – Vol. 3. – Article 26.
19. Отто Ю. Л. Психогигиена в контексте психологии здоровья: краткая история и современные подходы // Научный результат. Социальные и гуманитарные исследования. – 2020. – Т.6, №2. – С. 19–30.
20. Benito E., Cañaveras M.Á., Padilla M.Á., Luque A., Llorente M., Rabadán R.M., Martínez R. Children’s drawings as a projective tool to explore and prevent experiences of mistreatment and/or sexual abuse // Frontiers in Psychology. – 2023. – Vol. 14. – Article 1002864. – DOI: 10.3389/fpsyg.2023.1002864.

Сведения об авторах статьи:

Канзафаров Далер Филюзович-студент 5 курса медико - профилактического факультета, ФГБОУ ВО Башкирский Государственный Медицинский университет, г. Уфа, ул. Ленина 3.
e-mail: kanzafarovadler@gmail.com

Морозова Людмила Николаевна - студентка 3 курса института развития образования, ФГБОУ ВО Башкирский Государственный Медицинский, г. Уфа, ул. Ленина 3.
e-mail: ludamorozova81@gmail.com

Сайфуллин Арсентий Георгиевич- студент 5 курса медико - профилактического факультета, ФГБОУ ВО Башкирский Государственный Медицинский университет, г. Уфа, ул. Ленина 3.
e-mail: saifullin.arsenti@yandex.ru

Хайдарова Арина Радиковна - студент 5 курса медико - профилактического факультета, ФГБОУ ВО Башкирский государственный Медицинский университет, г. Уфа, ул. Ленина 3.
e-mail: khaydarjvaar@yandex.ru

УДК 616

Максютова Д. И.¹, Тупиев И. Д.²**ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ТУБЕРКУЛЁЗОМ В ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА В ПЕРИОД С 2020 ПО 2024 ГОДЫ**¹ ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Уфа, Россия² ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, Россия

Туберкулез считается одной из значимых медико-социальных проблем в Российской Федерации. Центральный федеральный округ является самым населенным округом страны и характеризуется неоднозначной эпидемиологической ситуацией по туберкулезу. Проведён сравнительный анализ и изучена динамика заболеваемости туберкулезом в пяти регионах Центрального федерального округа: Белгородской, Воронежской, Липецкой, Тульской и Ярославской областях. Используются официальные статистические данные Росстат, и исходя из них, оценены уровни и относительная частота заболеваемости, изучена динамика и проведен сравнительный анализ структуры заболеваемости туберкулезом в промышленных регионах ЦФО за 2020-2024 годы. На основе анализа данных установлено, что наибольшая частота заболеваемости туберкулезом была в Тульской области, а наименьшая в Белгородской.

Ключевые слова: туберкулез; заболеваемость; промышленные регионы; Белгородская область; Воронежская область; Липецкая область; Тульская область; Ярославская область; динамика; ЦФО.

Maksyutova D. I.¹, Tupiev I. D.²**THE DINAMICS OF TUBERCULOSIS INCIDENCE IN THE INDUSTRIAL REGIONS OF THE CENTRAL FEDERAL DISTRICT DISTRICTS IN THE PERIOD FROM 2020 TO 2024**¹ FSBEI HE Bashkir State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Ufa, Russia² FSBEI HE Ufa University of Science and Technology, Ufa, Russia

Tuberculosis is considered one of the significant medical and social problems in the Russian Federation. The Central Federal District is the most populated district in the country and is characterized by an ambiguous epidemiological situation for tuberculosis. A comparative analysis was carried out and the dynamics of tuberculosis incidence in five regions of the Central Federal District was studied: Belgorod, Voronezh, Lipetsk, Tula and Yaroslavl regions. Official statistics from Rosstat were used, and based on them, the levels and relative frequency of morbidity were estimated, the dynamics were studied, and a comparative analysis of the structure of tuberculosis incidence in the industrial regions of the Central Federal District for 2020-2024 was carried out. Based on the data analysis, it was found that the highest incidence of tuberculosis was in the Tula region, and the lowest in the Belgorod region.

Keywords: tuberculosis; incidence; industrial regions; Belgorod region; Voronezh region; Lipetsk region; Tula region; Yaroslavl Region; dynamics; Central Federal District.

Актуальность. Туберкулез – инфекционное заболевание, которое вызывается микобактерией палочкой Коха и чаще всего поражает легкие. Он распространяется по воздуху при кашле, чихании или отхаркивании больных туберкулезом людей. Туберкулез предотвратим и излечим. По оценкам, туберкулезными бактериями инфицировано около

четверти населения мира. Вероятность того, что у инфицированных людей в какой-то момент появятся симптомы туберкулеза и разовьется заболевание, составляет примерно 5–10%. Инфицированные, но не заболевшие туберкулезом люди не могут передавать заболевание. Туберкулез обычно лечится антибиотиками и в отсутствие лечения может привести к летальному исходу [3].

Туберкулёз сопровождает человечество на протяжении тысячелетий. В Древней Греции болезнь называли фтизой (в переводе с греческого – истощение), что и легло в основу названия раздела медицины, занимающегося изучением, диагностикой, лечением и профилактикой туберкулёза – фтизиатрии. В 1882 немецкий бактериолог Роберт Кох открыл возбудителя туберкулеза, который был назван бациллой Коха (БК). Это событие было расценено мировой общественностью как одно из наиболее выдающихся открытий человечества [4].

В настоящее время, несмотря на все достижения за всё это время, туберкулёз также остаётся одной из самых актуальных проблем здравоохранения в мире и считается тяжелым инфекционным заболеванием. Ежегодно во всем мире от туберкулеза умирает 3 млн. человек. Это больше, чем от СПИДа, малярии и всех тропических заболеваний вместе взятых [1].

Целью данного исследования являлся анализ заболеваемости туберкулёзом в промышленных регионах Центрального Федерального округа за 2020-2024 годы.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Сравнить структуру заболеваемости туберкулёзом в промышленных регионах ЦФО за 2020-2024 годы.
2. Изучить динамику и сравнить уровень заболеваемости туберкулезом в промышленных регионах ЦФО.

Материалы и методы. Для исследования были использованы официальные статистические данные, представленные в базе данных Федеральной службы государственной статистики «Росстат» в разделе «Здравоохранение» [2]. Была проанализирована динамика заболеваемости туберкулёзом по регионам: Белгородская, Воронежская, Липецкая, Тульская и Ярославская области за период 2020-2024 годы.

Сравнительная структура заболеваемости туберкулезом в промышленных регионах ЦФО за 2020-2024 годы отображена на рисунке 1.

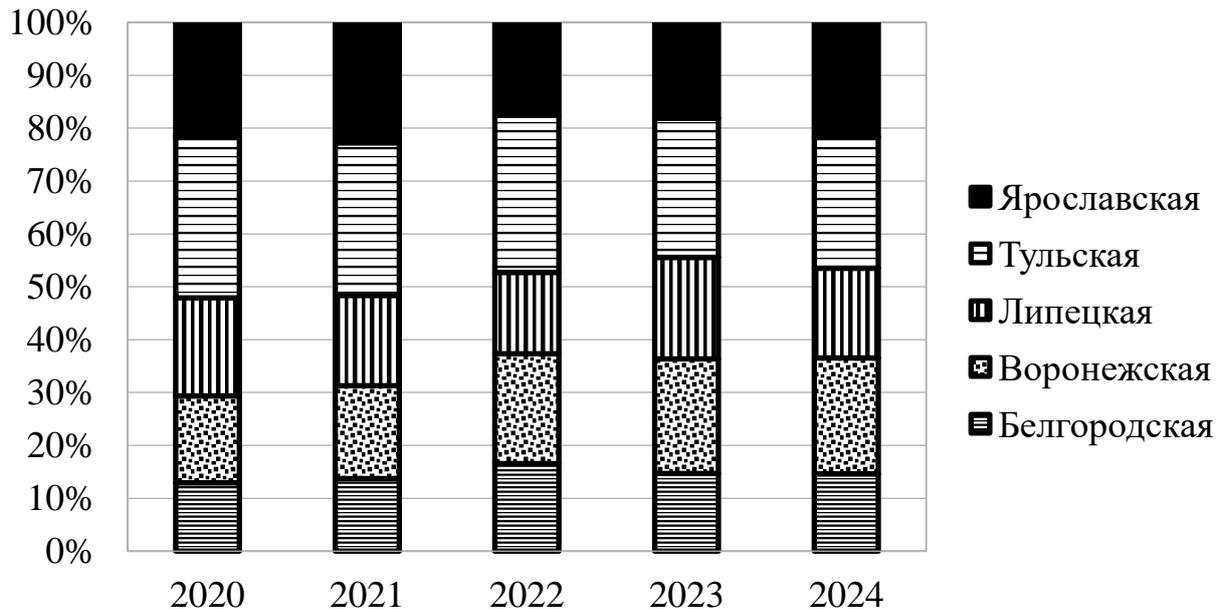


Рисунок 1. Соотношение заболеваемости туберкулезом в регионах Центрального федерального округа за 2020-2024 годы.

Теоретически, если уровень заболеваемости распределялся бы между этими пятью регионами равномерно, то каждый из них вносил бы равный вклад в общую статистику, то есть **ровно по 20%**, но в реальных условиях доли не совпадают с теоретическим значением 20%.

В 2020 году наивысший показатель был отмечен в Тульской области (~28%). Ярославская область занимала вторую позицию (~20%), далее следовали Липецкая (~17%), Воронежская (~15%) и Белгородская (~12%) области. Разрыв между наивысшей и наименьшей величиной составил 16%.

В 2021 году уровень Тульской области составил (~26%), Ярославской (~22%), Липецкой (~22%), Воронежской (~17%) и Белгородской (~15%) областей. Разрыв между Тульской и Белгородской областями составляет 11%.

В 2022 году в Тульской области зафиксирован уровень (~29%), Липецкой (~26%), Воронежской (~20%), Ярославской (~17%), а в Белгородской (~16%). В результате межрегиональный разрыв достиг 13%.

В 2023 году уровень составил в Тульской области (~26%), Воронежской (~21%), Ярославской (~17%), Липецкой (~17%), а в Белгородской (~15%). Разрыв между регионами с максимальной и минимальной заболеваемостью достиг 11%.

В 2024 году уровень в Тульской области составил (~24%), в Воронежской и Ярославской (~21%), а в Липецкой и Белгородской области (~15%). Максимальный разрыв между величинами составил 9%.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ выявил значительное различие уровней заболеваемости туберкулезом между промышленными регионами ЦФО. На протяжении 2020-2024 гг. Тульская область сохраняла наивысший уровень, а Белгородская наиболее низкий. При общем снижении заболеваемости к 2024 году межрегиональные различия сохранялись, хотя разрыв между регионами с максимальными и минимальными значениями сократился с 16% до 9%. Полученные данные помогли выявить устойчивые территориальные различия в распространенности туберкулеза, сохраняющиеся на протяжении всего анализируемого периода. Сохранение максимального уровня в Тульской области позволило предположить влияние регионспецифических факторов, в том числе особенностей промышленной инфраструктуры и состояния окружающей среды, а стабилизация показателя в Белгородской области на минимальном уровне указывает на возможное достижение равновесия в данном регионе.

Чтобы наглядно представить анализ, обратимся к рисунку 2, который показывает динамику заболеваемости туберкулезом в промышленных регионах ЦФО.

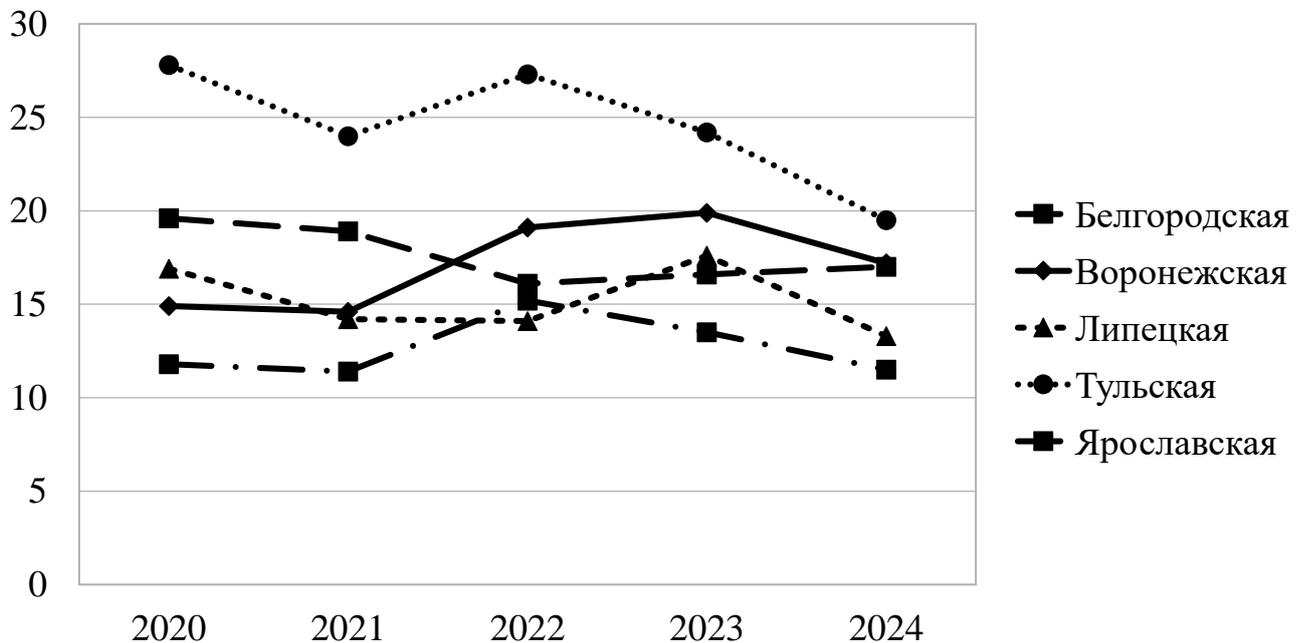


Рисунок 2. Динамика заболеваемости туберкулезом в промышленных регионах ЦФО (на 100 000 человек)

В результате анализа динамики заболеваемости туберкулезом среди населения Белгородской области в период 2020-2024 гг. выявлена неравномерная тенденция. С 2020 по

2021 г. уровень заболеваемости составлял 12 человек на 100 тыс., в 2022 г. Уровень заболеваемости повысился на 25%. В последующие годы отмечена позитивная динамика в виде снижения заболеваемости на 52%, что соответствует значению исходного 2020 года. За весь пятилетний период динамика характеризовалась волнообразными колебаниями, которые не привели к статистически значимому изменению показателя по сравнению с исходным уровнем.

В Воронежской области за период 2020-2024 гг. была выявлена неустойчивая заболеваемость. С 2020 по 2021 г. уровень заболеваемости составлял 15 человек на 100 тыс., в последующие два года наблюдался выраженный рост заболеваемости на 33%. К 2024 году зарегистрировано снижение показателя на 15%. Таким образом, за наблюдаемый период зафиксирован совокупный прирост заболеваемости туберкулезом, несмотря на снижение в 2024 г.

Динамика заболеваемости туберкулезом в Липецкой области за период 2020-2024 гг. имела неустойчивый характер. В 2020 г. уровень заболеваемости составлял 17 человек на 100 тыс., а в 2021 г. снизился на 12%. Уровень стабилизировался в 2022 г., после чего увеличился на 20% в 2023 г., но к 2024 г. зарегистрировано снижение на 24%. Несмотря на кратковременный пик в 2023 г., общая тенденция за пятилетний период характеризовалась значительным снижением заболеваемости туберкулезом до минимального значения в 2024 г.

В Ярославской области за период 2020-2024 гг. была выявлена тенденция к умеренному снижению заболеваемости туберкулезом. В 2020 г. уровень заболеваемости составлял 19 человек на 100 тыс., а в 2021 г. снизился на 11%. В последующие три года рост заболеваемости снизился на 11%. В итоге, динамика 2020-2024 гг. характеризовалась умеренным снижением заболеваемости туберкулезом.

В Тульской области за период 2020-2024 гг. было выявлено устойчивое снижение заболеваемости туберкулезом. В 2020 г. уровень заболеваемости составлял 27 человек на 100 тыс., а в 2021 г. снизился на 11%. В 2022 г. уровень заболеваемости составлял 27 человек на 100 тыс., а в последующие годы снизился на 30%. Таким образом, результатом наблюдений стало существенное снижение заболеваемости туберкулезом, достигшее минимального значения за весь анализируемый период.

Выводы. Проведен сравнительный анализ структуры заболеваемости туберкулезом и изучена динамика в промышленных регионах ЦФО. На основе анализа данных установлено, что наибольший уровень заболеваемости туберкулезом был в Тульской области, а наименьший — в Белгородской.

Список использованной литературы

1. Арчакова Л. И., Гришко А. Н. Туберкулез в России // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2009. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tuberkulez-v-rossii> (дата обращения: 17.09.2025).
2. Заболеваемость туберкулезом по субъектам Российской Федерации за 2010-2024 гг. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (Росстат). // URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/13721> (дата обращения: 17.09.2025).
3. Информационный бюллетень о туберкулезе. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). 2025. // URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/tuberculosis> (дата обращения 22.09.2025).
4. О ситуации по туберкулезу в Российской Федерации (к 75-летию образования службы). Роспотребнадзор. 2017. // URL: <https://75.rospotrebnadzor.ru/activities/22281/> (дата обращения: 22.09.2025).

Сведения об авторах статьи:

Максютова Диана Ильдаровна — студент 3 курса Института развития образования ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет», г.Уфа, ул. Ленина 3; e-mail: dianamarkova896@gmail.com;

Тупиев Ильдус Джадитович — к.б.н., доцент, и.о. заведующего кафедрой физической культуры ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, ул. Заки Валиди 32, доцент кафедры фундаментальной и прикладной микробиологии ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет», г. Уфа, ул. Ленина 3

Морозова Л.Н.

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ТРУДНОСТИ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭНДОМЕТРИОЗА В КОНТЕКСТЕ СИСТЕМНОЙ ПАТОЛОГИИ

В статье рассматривается эндометриоз как хроническое заболевание и имеющиеся проблемы диагностики данной патологии.

Был проведен анализ архивных медицинских документов 22 женщин, у которых гистологически подтвержден экстрагенитальный эндометриоз различных анатомических зон. Исследование было осуществлено на базах стационарных гинекологических учреждений г. Уфы в период с 2015 по 2025 гг. Далее был реализован проспективный анализ с помощью анкетирования с участием 20 прооперированных пациенток с целью детального выявления изменений качества жизни, оценки трудовой адаптации и определения клинических перспектив в отношении излечения экстрагенитального эндометриоза как полиорганного состояния.

Ключевые слова: экстрагенитальный эндометриоз, диагностика, лечение, прогноз.

Morozova L.N.

DIAGNOSTIC DIFFICULTIES IN DETECTING ENDOMETRIOSIS IN THE CONTEXT OF SYSTEMIC PATHOLOGY

The article discusses endometriosis as a chronic disease and the existing problems in diagnosing this pathology.

An analysis was conducted of the archival medical documents of 22 women with histologically confirmed extragenital endometriosis in various anatomical areas. The study was conducted at the stationary gynecological institutions of Ufa in the period from 2015 to 2025. Next, a prospective analysis was conducted using a questionnaire with the participation of 20 operated patients in order to identify changes in quality of life in detail, assess work adaptation, and determine clinical prospects for the treatment of extragenital endometriosis as a multi-organ condition.

Keywords: extragenital endometriosis, diagnosis, treatment, prognosis.

Актуальность. Хроническая патология под названием эндометриоз характеризуется нетипичной локализацией морфофункционально сходной с эндометрием ткани вне пределов маточной полости, при этом заболевание не обладает злокачественным потенциалом. Симптоматически данное состояние, как правило, проявляет себя выраженными болевыми ощущениями и бесплодием [1, 19]. Актуальная литература выделяет свыше десяти патогенетических гипотез происхождения эндометриоза, однако ключевое значение отводится эмбриональной концепции. Согласно данной теории, зарождение эндометриозных очагов происходит из фрагментов эмбрионального целомического эпителия, которые располагаются между зрелыми клетками мезотелия, вовлечёнными в формирование половых органов и эндометрия в период эмбриогенеза. В последующем, эти эмбриональные элементы, попадая в полость матки через лимфатическую или кровеносную систему с менструальной кровью либо путем интраоперационного переноса, инициируют формирование эндометриозных гетеротопий. Указанные структуры подвергаются

идентичным гормональным воздействиям, что и собственно эндометрий, локализованный внутри матки [3, 126].

По данным наблюдений, основную массу случаев эндометриоза составляют генитальные формы — как внутренний, так и наружный эндометриоз (отмечая диапазон — 92–94 %), в то время как экстрагенитальное поражение встречается значительно реже, лишь в 6–8 % эпизодов [1, 20]. Под экстрагенитальным эндометриозом подразумевают локализацию гетеротопий вне репродуктивной системы, например, в области пупка, спаек после хирургического вмешательства, слизистой кишечника, стенке мочевого пузыря, париетальной брюшине и других органах вне малого таза.

Сложности идентификации эндометриоза как системного процесса во многом обусловлены его многоликостью клинических проявлений, зачастую имитирующих такие разнородные патологические состояния, как центрально расположенный опухолевый узел в легком, новообразования мочевого пузыря, либо кровотечения геморроидального генеза. Неоднозначность визуальных проявлений приводит к тому, что даже применение современных методов визуализационной диагностики, включая разнообразные эндоскопические вмешательства, зачастую не позволяет надежно верифицировать наличие эндометриоидных гетеротопий в ходе оперативного вмешательства. Макроскопическая неоднородность таких очагов обуславливает их трудную обнаруживаемость при интраоперационной оценке, поскольку выраженных специфических черт внешнего строения им, как правило, не свойственно.

Вместе с тем, несмотря на широкий спектр морфологической картины, эндометриоидные образования характеризуются единообразной микроскопической структурой: их основу составляют элементы, соответствующие эндометриальному эпителию и строме. По этой причине окончательное распознавание и подтверждение диагнозов экстрагенитального эндометриоза возможно только на основе морфологических исследований, в частности — гистопатологической верификации, что исключает постановку подобного диагноза на клиническом уровне. Следовательно, для понимания механизмов диссеминации патологического процесса за пределы маточной локализации, а также для анализа факторов, влияющих на специфику прогрессирования экстрагенитального эндометриоза, тщательное изучение особенностей этого заболевания приобретает особенно высокий научный и практический приоритет.

Цель исследования. В ходе научного анализа рассматриваются клинические проявления экстрагенитального эндометриоза, акцентируется внимание на диагностических особенностях, позволяющих своевременно распознать патологию, а также осуществляется

подробное исследование факторов, способствующих формированию и прогрессированию этого заболевания.

Материалы и методы исследования. В качестве материалов в исследовании использовались медицинские карты 22 женщин, которым был морфологически верифицирован диагноз «экстрагенитальный эндометриоз различной локализационной принадлежности», зафиксированные в гинекологических учреждениях города Уфы за временной промежуток с 2015 по 2025 гг. Дополнительно был использован проспективный метод, заключающийся в опросе 20 женщин, перенесших хирургическое вмешательство по поводу экстрагенитального эндометриоза, что позволило выявить особенности их жизненного статуса, профессиональной активности и установить прогностические критерии течения системного эндометриоза. Аналитическая часть исследования базировалась на изучении публикаций таких специалистов, как А. А. Олин, Н. В. Буничева, Г. К. Садыкова и их коллег. В процессе создания научной работы были последовательно применены методы критического обзора литературы, формальная логика, а также элементы дедуктивного и индуктивного подходов.

Результаты исследования и их обсуждение. В клинической практике эндометриоз классифицируется как гормоночувствительное заболевание, характеризующееся ростом клеточных элементов эндометрия за пределами слизистой матки, часто захватывая нетипичные зоны, включая кишечный тракт, мезентериальные прослойки, большой сальник, мочевого пузыря, паховые каналы, дыхательную систему, послеоперационные рубцовые ткани, а также различные отделы конечностей и иные анатомические локализации. Данный патологический процесс занимает третью позицию среди всех гинекологических заболеваний по распространённости, уступая лишь воспалительным болезням женских половых органов и миоме матки [3, 127].

Интересно, что эндометриоз сохраняет тенденцию к прогрессированию даже у пациенток, вступивших в постменопаузальный период, вопреки общепринятым представлениям о снижении гормональной активности. Семейные формы заболевания также достаточно хорошо задокументированы; результаты генеалогических исследований указывают на доминантный механизм наследования с преимущественной передачей по материнской линии [3, 127]. Не менее 50% хирургических гинекологических вмешательств выполняется по поводу осложнений, связанных с эндометриозом, причём у 40% женщин эта патология становится ключевым этиологическим фактором бесплодия [2, 105].

Высокая зарегистрированная частота встречаемости эндометриоза обусловлена не только совершенствованием современных методов верификации заболевания, всё более

широким применением оперативных и внутриматочных манипуляций, увеличивающимся количеством абортов, но и явлениями вторичного снижения иммунокомпетентности, ростом числа аллергических реакций, ухудшением санитарно-экологических условий, а также возрастающей распространённостью психоэмоционального напряжения населения.

За последние десятилетия наблюдается тенденция к снижению возраста диагностирования эндометриоза: если ранее этот диагноз ставился преимущественно женщинам в возрасте от 35 до 40 лет, то сегодня частота выявления заболевания у подростков и молодых женщин существенно возросла [2, 107]. К примеру, К.Р. Аветисова с коллегами [1, 20] обнаружили, что во время лапароскопического обследования признаки эндометриоза тазовой брюшины присутствовали у 27% пациенток с дисменореей среди девочек.

Анализируя социально-демографические преобразования, очевидно, что современный эндометриоз чаще всего поражает именно женщин, активно вовлеченных в общественную жизнь. Сдвиг общественных установок, акцент на индивидуальную самореализацию, а также отсрочка вступления в брак и материнства, которые ранее сдерживали репродуктивную функцию, привели к росту числа абортов и снижению биологических механизмов защиты, связанных с беременностью. В частности, исчезновение регулярных периодов беременности лишило женский организм естественной паузы, останавливающей пролиферативный эффект эстрогенов на органы-мишени, что в совокупности содействует увеличению риска развития эндометриоза.

Гиперсекреция гормонов, характерная для эндометриоидных гетеротопий, становится причиной выраженного болевого синдрома, который зачастую нарушает трудоспособность и снижает повседневную физическую активность, тем самым ограничивая качество жизни пациенток [3, 128]. Социальная значимость эндометриоза определяется еще и тем, что он признан одной из ведущих причин бесплодия, а его ассоциация с поздней социальной адаптацией женщин делает проблему особенно актуальной в современном обществе. Более того, длительный менструальный цикл без наступления беременности в течение более чем пяти лет заметно повышает вероятность развития данной патологии, что требует внимания специалистов к профилактике и ранней диагностике болезни.

На базе гинекологических стационаров Уфы было осуществлено ретроспективное исследование, охватившее 22 медицинские карты женщин с верифицированным морфологически диагнозом экстрагенитального эндометриоза за период 2015–2025 гг.

Усреднённый хронологический возраст обследованных составил 35,0 года с колебаниями в пределах $\pm 3,5$ лет. Среди изученного контингента в большей части (86,4 %, 19 человек) были выявлены неблагоприятные акушерско-гинекологические эпизоды в анамнезе,

послужившие возможным первичным триггером возникновения генитальных форм эндометриоза; в структуре этих факторов преобладали перенесённые инструментальные прерывания беременности (кюретаж – 68,4 %), оперативные родоразрешения посредством кесарева сечения (52,2 %) и спонтанные аборты (31,6 %).

Установлено, что аденомиоз представляет существенный дополнительный риск для формирования экстрагенитальных вариаций данного заболевания. Начальный диагноз генитального эндометриоза, включая случаи аденомиоза, эндометриoidных кист яичников и поражения маточных труб, впервые был установлен у 81,8 % пациенток (18 случаев). Оставшиеся четыре наблюдения (18,2 %) также характеризовались наличием осложненного акушерско-гинекологического анамнеза: в этих случаях каждое лицо перенесло более двух выскабливаний полости матки в результате абортов.

Основным клиническим проявлением у большинства женщин были нарушения ритмики менструальных кровотечений: различные варианты дисменореи и гиперполименореи отмечались у 90,9 % (20 обследуемых). Почти у половины (54,5 %, 15 пациенток) диагностировались эпизоды диспареунии. В 77,3 % случаев (17 человек) было выявлено бесплодие как значимый симптом патологического процесса эндометриоза; при этом обращение за медицинской помощью по поводу невозможности наступления беременности предпринимала только часть пациенток (58,8 %, 10 из 17). У пяти пациенток (29,4 %) зарегистрирована эндокринная природа бесплодия, тогда как у двух женщин (11,8 %) диагностировано бесплодие перитонеального генеза на фоне неоднократно проводимых ранее лапаротомических вмешательств.

У всех наблюдаемых пациенток, страдающих системным проявлением эндометриоза, отмечались выраженные болевые ощущения и функциональные расстройства затронутых органов. Прогрессирование данного патологического процесса сопровождалось периодическим появлением кровянистых выделений из поражённых анатомических областей (гематурия, появление меленитических масс, эпизоды геморроидального кровотечения, легочные кровохарканья), причём эти явления синхронизировались с фазами менструального цикла.

Гистологические исследования взятых биологических образцов подтвердили наличие эндометриоза брюшины у пяти больных (22,7 %), послеоперационных рубцов — у двух (8,7 %), а также фиксировались четыре случая поражения мочевого пузыря и прямой кишки (по 18,2 % соответственно). Единичные очаги патологии обнаружили в легком (4,5 %), по три факта идентифицированы в области почек и окружающей ткани пупка (по 13,6 % на каждую зону). У 18 представительниц (81,8 %) на момент установления экстрагенитальных форм

диагноза уже диагностировался генитальный вариант заболевания. Временной период протекания патологии составлял, в среднем, от полугода до одного года.

Хирургическое вмешательство было выполнено всем пациенткам. При формулировке окончательного диагноза бралась в расчет совокупность клинической картины, характер течения, сведения анамнеза, лабораторных и инструментальных обследований, однако определяющее значение имело проведение эндоскопических манипуляций с иссечением патологического фокуса и последующим морфологическим подтверждением диагноза — визуализация эндометриальных стромальных и эпителиальных клеток в исследуемом материале служила безусловным диагностическим критерием экстрагенитального эндометриоза. После завершения оперативных мероприятий пациенткам проводилась гормональная коррекция: гестагеновые препараты были рекомендованы в 3 зарегистрированных случаях (13,6 %), назначение агонистов гонадотропного рилизинг-фактора производилось десяти больным (45,5 %), терапия антигонадотропинами реализована у двух пациенток (9,1 %), а применение комбинированных оральных контрацептивов осуществлено в семи случаях (31,8 %).

В рамках проспективного анализа пациенткам было предложено ответить на следующие вопросы (табл. 1):

Таблица 1

Результаты анкетирования пациенток с гистологически подтвержденным диагнозом «экстрагенитальный эндометриоз различной локализации»

№	Вопросы анкетирования	Кол-во чел. (%)	Результаты
1	Есть ли какие-либо жалобы?	6 (30 %)	Болевой синдром
		8 (35,0 %)	Кровотечения из пораженных органов
		11 (55,0 %)	Нет
		17 (77,3 %)	Нарушения менструального цикла по типу дисменореи
2	Сколько времени прошло после хирургического лечения экстрагенитального эндометриоза?	4 (20 %)	5 лет
		6 (30 %)	1 год
		10 (50 %)	> 5 лет

3	Был ли рецидив заболевания?	9 (45 %)	Да
		11 (55 %)	Нет
4	С какой периодичностью вы наблюдаетесь у гинеколога и у смежного (по основной патологии) специалиста?	4 (20 %)	1 раз в полгода
		5 (25 %)	1 раз в год
		11 (55 %)	Не ходят к гинекологу
5	Наступила ли беременность после лечения?	4 (20 %)	Да
		4 (20 %)	Нет
		12 (60 %)	Не планировали
6	Если был рецидив, то какой локализации?	3 (37,5 %)	Рецидив той же локализации
		3 (37,5 %)	Другой области
7	Какое лечение проводилось по поводу рецидива заболевания?	2 (25 %)	Хирургическое
		3 (37,5 %)	Гормональная терапия
		5 (62,5 %)	Не проводилось

При оценке сведений, полученных при ответе на четвертый вопрос, прослеживается необходимость регулярных посещений специалиста-гинеколога для эффективного контроля и снижения вероятности возврата заболевания.

Следует подчеркнуть значимость сведений, выявленных по пятому вопросу, где фиксируются случаи наступления беременности у пациенток, что нередко приводит к обратному развитию эндометриоза благодаря физиологическим изменениям, обусловленным выраженным преобладанием прогестерона при гормональной перестройке организма. После периода беременности и родов прослеживается уменьшение выраженности патологических очагов и постепенное улучшение симптоматики.

Детализируя анализ ответов на шестой вопрос, важно констатировать: полное удаление эндометриоидной гетеротопии с применением эндоскопических методик не гарантирует абсолютного излечения данной патологии. Это связано с тем, что в органах, ранее подвергшихся поражению, остаются клетки эмбрионального происхождения мезотелия, ускользающие от визуализации в ходе хирургического вмешательства и не проявляющие на данном этапе патологических симптомов. Регистрация повторных проявлений эндометриоза в иных анатомических областях подтверждает мультисистемность описываемого заболевания.

Если рассматривать долгосрочные прогнозы, следует, что качество и продолжительность жизни, а также общая трудоспособность, сохраняются на удовлетворительном уровне, однако оценка перспектива полного выздоровления неоднозначна: примерно у 55% пациенток остаются значительные риски повторного заболевания, тогда как у остальных 45% встречаются как рецидивы в исходных органах-мишенях, так и развитие патологического процесса в новых локализациях.

Заключение. Распространённым явлением становится ситуация, при которой экстрагенитальный эндометриоз маскируется под совершенно иные, зачастую не связанные друг с другом патологии — изначально пациенткам ставили диагнозы, предполагающие, например, онкологические процессы мочевого пузыря, периферических отделов легких, а также острые состояния при геморрое. Как системное заболевание, экстрагенитальный эндометриоз характеризуется многообразием проявлений, что затрудняет его своевременное выявление, особенно при отсутствии проявлений в репродуктивной системе. Важнейшими диагностическими критериями служит наличие установленного генитального эндометриоза, появление геморрагических выделений из поражённых вне половой системы органов, синхронизированных с менструальными ритмами, а также обязательное проведение гистологического анализа полученного материала.

Сложность диагностики обусловлена междисциплинарной природой данного заболевания, что требует участия специалистов различных медицинских направлений и интегрированного подхода к обследованию и выбору лечебной тактики. Детальный сбор анамнеза, с акцентом на акушерско-гинекологические аспекты, оказывается особенно значим в случае, когда первичное обращение происходит не к врачу-гинекологу, а к специалистам других областей; в дальнейшем при выявлении экстрагенитальных вариантов эндометриоза ведение наблюдения должно осуществляться совместно с врачами акушерами-гинекологами.

В практике оптимальным алгоритмом терапии принято считать хирургическую операцию, далее дополняемую продолжительной гормональной коррекцией. Долгосрочные перспективы для жизни и сохранения трудоспособности пациенток с данным диагнозом оцениваются как положительные. В то же время динамика восстановления и вероятность полного излечения напрямую зависят от точного соблюдения назначения гормонального лечения, предоставленного акушером-гинекологом, и систематического контроля для выявления возможных признаков рецидива и мониторинга терапевтической эффективности.

Список использованной литературы

1. Аветисова, Л. Р. в диагностике гинекологических заболеваний у девочек и девушек / Л. Р. Аветисова, Н. И. Волхов, Т. Я. Пшеничникова // Лапароскопия. Акушерство и гинекология. 1987. С. 19–23.

2. Олина, А. А. Взгляд акушера-гинеколога на демографическую ситуацию в Республике Башкортостан / А. А. Олина, Н. В. Буничева, Г. К. Садыкова // Здоровье семьи – XXI век. 2025. С. 101–115.

3. Падруль, М. М. Клиническое наблюдение больной с эндометриозом кишечника / М. М. Падруль, А. А. Олина, Г. К. Садыкова // Акушерство и гинекология. 2021. С. 125–129.

Сведения об авторе статьи:

Морозова Людмила Николаевна - студентка кафедры Сестринского дела и паллиативной помощи, Института развития образов.

УДК 613.96

Спиридонова У.Ю., Муратова Э.Р., Хусаинов А.Э.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ИНТЕРНЕТ-ЗАВИСИМОСТЬЮ И БЕССОННИЦЕЙ У СТУДЕНТОВ
Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа

Проведённое исследование направлено на изучение взаимосвязи между интернет-зависимостью и бессонницей у студентов. Выявлена прямая зависимость между продолжительным пребыванием в интернете и возникновением симптомов бессонницы. Установлено, что повышенная активность в сети способствует развитию нарушений сна разной степени тяжести. Результаты подтверждают значимость профилактики интернет-зависимости и организации мероприятий по улучшению качества сна среди учащейся молодёжи.

Ключевые слова: интернет-зависимость, бессонница, студенты, здоровье

Spiridonova U.Yu., Muratova E.R., Khusainov A.E.
STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN INTERNET ADDICTION AND INSOMNIA IN STUDENTS
Bashkir State Medical University, Ufa

The study aims to investigate the relationship between internet addiction and insomnia in students. It reveals a direct correlation between prolonged internet usage and the occurrence of insomnia symptoms. The study also establishes that increased internet activity contributes to the development of sleep disorders of varying severity. The findings highlight the importance of preventing internet addiction and implementing measures to improve sleep quality among students.

Keywords: internet addiction, insomnia, students, health

Развитие информационного века привело к повсеместному использованию интернета, что повлекло за собой множество проблем, которые часто коррелируют с различными физическими и психическими расстройствами.

Параллельно, нарушения сна, в частности инсомния (бессонница), являются широко распространенным расстройством, существенно влияющим на когнитивные функции, психическое здоровье и академическую успеваемость студентов. Качественный сон критически важен для их здоровья и успешной учебы. Многочисленные данные указывают на прямую связь между чрезмерным использованием интернета и нарушениями сна [1-3, 6].

Актуальность изучения данной взаимосвязи у студентов связана с важностью сохранения здоровья подростков. Также такие исследования помогают разработать эффективные стратегии профилактики и поддержки в условиях информационной перегрузки и цифровой активности.

Цель работы

Изучить взаимосвязь между интернет-зависимостью и бессонницей у студентов медицинского университета.

Материалы и методы

В исследовании взаимосвязи между интернет-зависимостью и бессонницей принимали участие 51 студент различных курсов и факультетов медицинского университета. Для изучения уровня интернет-зависимости использовали опросник «Тест на интернет-зависимость» [5], который указывает на три категории:

- легкая увлеченность (20-49)
- умеренная увлеченность (50-79)
- чрезмерная увлеченность (80-100)

Для изучения уровня бессонницы был использован опросник «Validation of the insomnia severity index as an outcome measure for insomnia research» [4], который отражает степень инсомнии:

- инсомнии нет (0-7)
- подпороговая инсомния (8-14)
- инсомния средней тяжести (15-21)
- инсомния тяжелой степени (22-28)

Статистическая обработка полученных данных выполнялась с использованием программы Excel.

Результаты

Исследование показало, что подавляющее большинство студентов (45,6% с легкой увлеченностью и 40,0% с умеренной увлеченностью) демонстрируют низкий уровень интернет-зависимости. Это подтверждает предположение о том, что студенты в целом склонны к умеренному использованию интернета.

Несмотря на то, что большинство студентов не испытывают сильной зависимости от интернета, среди тех, кто проявляет умеренную степень увлеченности, наблюдается заметный рост числа случаев бессонницы (20,0% студентов с подпороговой инсомнией и 40,0% с инсомнией средней тяжести). Примечательно, что среди студентов, страдающих бессонницей, не было выявлено ни одного случая с высоким уровнем интернет-зависимости.

Не было обнаружено ни одного студента с тяжелой формой бессонницы, независимо от их уровня интернет-зависимости. Это может указывать на то, что-либо выборка участников исследования была недостаточно обширной, либо студенты в целом испытывают низкий уровень стресса и тревожности.

Таблица 1
 Распределение студентов в зависимости от уровня интернет-зависимости и бессонницы

Шкалы	Инсомнии нет (0-7)	Подпороговая инсомния (8-14)	Инсомния средней тяжести (15-21)	Инсомния тяжелой степени (22-28)
Легкая увлеченность (20-49)	45,6%	34,8%	19,6%	-
Умеренная увлеченность (50-79)	40,0%	20,0%	40,0%	-
Чрезмерная увлеченность (80-100)	-	-	-	-

Заключение

Проведенное исследование демонстрирует статистически значимую корреляцию между увеличением уровня интернет-зависимости и повышением риска развития нарушений сна, в частности, среди студентов с умеренной степенью интернет-зависимости. Тем не менее, общая оценка ситуации в изучаемой популяции студентов указывает на преобладание благоприятной динамики, поскольку серьезные формы интернет-зависимости и бессонницы не получили широкого распространения.

Список использованной литературы

1. Максименко А.А., Золотарева А.А., Каширский Д.В. От экранов к бессоннице: как цифровые стрессоры связаны с характеристиками сна россиян? // Экология человека. 2025. Т. 32, № 3. С. 207–218. DOI: 10.17816/humeco646356 EDN: KDVREW
2. П. Е. Григорьев, А. С. Гальченко, Л. В. Поскотинова Взаимосвязь симптоматики интернет-зависимости и времени сна у старшеклассников с проводимым в интернете временем. Журнал Вестник Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета, № 1, 2021 DOI 10.25588/CSPU.2021.161.1.013.
3. Терещенко С.Ю., Шубина М.В., Семенова Н.Б., Эверт Л.С., Горбачева Н.Н. Взаимосвязь интернет-зависимости и нарушений сна у подростков Центральной Сибири при разных видах потребляемого контента. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски. 2022;122(5-2):58-64.
4. C. H. Bastien, A. Vallieres, C. M. Morin. Validation of the insomnia severity index as an outcome measure for insomnia research // Sleep Medicine, 2001. 2(4)
5. Kimberley Young Тест на интернет-зависимость. Энциклопедия психодиагностики PsyLab.

6. Younes F, Halawi G, Jabbour H, El Osta N, Karam L, Hajj A, Rabbaa Khabbaz L. Internet Addiction and Relationships with Insomnia, Anxiety, Depression, Stress and Self-Esteem in University Students: A Cross-Sectional Designed Study. PLoS One. 2016 Sep 12;11(9):e0161126. doi: 10.1371/journal.pone.0161126. PMID: 27618306; PMCID: PMC5019372.

Сведения об авторах статьи:

Муратова Элина Разиловна- студентка 3 курса лечебного факультета ФГБОУ ВО «Башкирский ГМУ» Минздрава России, г. Уфа, e-mail: muratovaelina535@gmail.com

Спиридонова Ульяна Юрьевна- студентка 3 курса лечебного факультета ФГБОУ ВО «Башкирский ГМУ» Минздрава России, г. Уфа, e-mail: spiridonovayliana11907@gmail.com

Хусаинов Артур Эдуардович- к.м.н., доцент кафедры гигиены ФГБОУ ВО «Башкирский ГМУ» Минздрава России, г. Уфа, e-mail: arhtur.khusainov.1994@gmail.com

УДК 547.541.2.

Сулейманова П.В.

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ АБИЕНОЛА
Сумгаитский Государственный Университет, г. Сумгаит

Абиенол – это натуральное вещество, которое содержится во множестве растений, в том числе в качестве основного компонента ароматического соединения олеорезина в пихте бальзамической (*Abies balsamea*), в сосне Банкса (*Pinus Banksiana*), в ели черной (*Picea mariana*) и в табаке Вирджиния (*Nicotiana tabacum*), из которого его также можно извлечь. Он встречается в основном на поверхности листьев. В этой работе нами рассмотрены основные пути биосинтеза абиенола и его фармакофорные свойства.

Ключевые слова: абиенол, табак, фармакофорная активность, биологическая активность

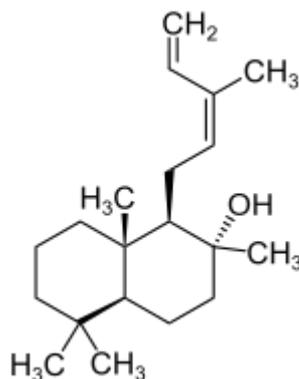
Suleymanova P.V.

PHARMACEUTICAL SIGNIFICANCE OF ABIENOL
Sumgayit State University, Sumgayit

Abienol is a natural substance found in a variety of plants, including as a major component of the aromatic compound oleoresin in balsam fir (*Abies balsamea*), jack pine (*Pinus banksiana*), black spruce (*Picea mariana*), and Virginia tobacco (*Nicotiana tabacum*), from which it can also be extracted. It is found primarily on the leaf surface. In this paper, we examine the main biosynthetic pathways of abienol and its pharmacophore properties.

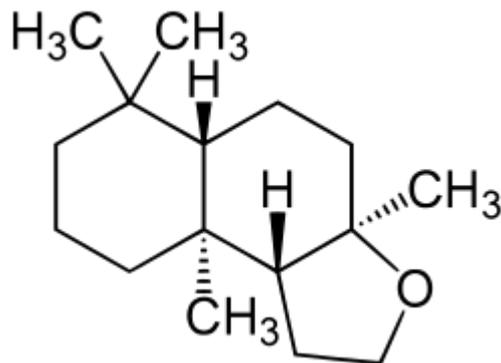
Keywords: abienol, tobacco, pharmacophore activity, biological activity

цис-Абиенол представляет собой химическое соединение, относящееся к группе лабданов, в котором лабдановый остов модифицирован двойными связями в положениях С-12 и С-14 и гидроксильной группой в положении С-8. Это соединение по своей природе относится к дитерпеновым спиртам, а его транс-изомер особого биологического значения не имеет. Абиенол – это натуральное вещество, которое содержится во множестве растений, в том числе в качестве основного компонента ароматического соединения олеорезина в пихте бальзамической (*Abies balsamea*), в сосне Банкса (*Pinus Banksiana*), в ели черной (*Picea mariana*) и в табаке Вирджиния (*Nicotiana tabacum*), из которого его также можно извлечь. Он встречается в основном на поверхности листьев. Абиенол имеет следующее химическое строение



Абиенол служит ингибитором увядания табака и часто используется в качестве исходного материала в парфюмерной промышленности. В лабораторных условиях он в основном используется для синтеза диолов. Его запах описывается как древесный, амбровый и бальзамический. Имеет температуру плавления 39⁰С.

Авторы работы [1] сообщают, что *Z*-абиенол — это лабдановый дитерпен, присутствующий в листьях табака и являющийся ключевым предшественником для получения ценных ароматических соединений, таких как амброксан.



амброксан (амброксид)

Целью данного исследования было идентифицировать и охарактеризовать бактериальный штамм, способный эффективно разлагать *Z*-абиенол посредством микробной ферментации. Штамм LSC-2, выделенный из свежих листьев табака, был идентифицирован как *Acinetobacter tjernbergiae* на основании его морфологических особенностей и филогенетического анализа 16S рДНК. Результаты экспериментов по оптимизации ферментации показали, что самая высокая эффективность разложения LSC-2 (69,3%) была достигнута при следующих условиях: 1 мг/мл *Z*-абиенола, 0,5 мг/мл мочевины в качестве источника азота, pH 7, 30 °С и 150 об/мин в течение 4 дней. Полногеномное секвенирование и функциональная аннотация показали, что оксидоредуктазы, особенно из семейства ферментов вспомогательной активности, играют решающую роль в разложении *Z*-абиенола. Высокоэффективная жидкостная хроматография и газовая хроматография-масс-спектрометрия подтвердили биотрансформацию *Z*-абиенола в различные промежуточные продукты, включая склареол (211,3 мкг/мл), скаляраль (89,5 мкг/мл) и амберонн (57,0 мкг/мл). Эти промежуточные продукты имеют важное промышленное применение, особенно в парфюмерной, фармацевтической и косметической промышленности. Склареол служит ключевым предшественником в синтезе амброкса, широко используемого фиксатора в элитной парфюмерии, тогда как скаляраль и амберонн усиливают аромат в табачных и вкусовых составах. Результаты данного исследования предоставляют ценную информацию о микробной деградации *Z*-абиенола, что поможет разработать устойчивый подход к производству биооснованных ароматических соединений. В будущих исследованиях следует

сосредоточиться на ферментативных механизмах и стратегиях метаболической инженерии для повышения эффективности биотрансформации.

Цис-абиенол, выделенный из пихты бальзамической (*Abies balsamea*), может быть использован в качестве прекурсора для полусинтеза янтарных соединений, которые являются устойчивой заменой амбры и широко используются в промышленности фрагментированного производства [2]. В данном исследовании комбинаторно экспрессировались геранилдифосфатсинтаза, геранилгеранилдифосфатсинтаза, лабда-13-ен-8-олдифосфатсинтаза и дитерпенсинтаза. Оптимальная комбинация достигала ~0,3 мг/л *цис*-абиенола. Дополнительное увеличение продукции *цис*-абиенола (до 8,6 мг/л) было достигнуто за счет введения экзогенного пути мевалоната, который был разделен на верхний путь, содержащий ацетил-КоА-ацетилтрансферазу/ГМГ-КоА-редуктазу и ГМГ-КоА-синтазу, и нижний путь, содержащий мевалонаткиназу, фосфомевалонаткиназу, пирофосфатмевалонатдекарбоксилазу и изопентенилпирофосфатизомеразу. Генетически модифицированный штамм, несущий хромосомную копию низкомолекулярных генов мевалоната с *trc*-промотором, накапливал *цис*-абиенол до 9,2 мг/л во встряхиваемой колбе. Наконец, титры *цис*-абиенола ~220 мг/л могли быть достигнуты непосредственно из глюкозы с использованием этой *de novo цис*-абиенол-продуцирующей *E. coli* в ферментации с высокой плотностью клеток. В данном исследовании демонстрируется микробный процесс использования клеточной фабрики *E. coli* для биосинтеза *цис*-абиенола.

Бактериальное увядание отрицательно влияет на урожайность и качество томатов. *Цис*-абиенол, лабдановый дитерпеноид, в избытке продуцируемый в трихомной секреции *Nicotiana spp.*, может индуцировать устойчивость к бактериальному увяданию у растений; однако изучение его практического применения и механизма действия очень ограничено [3]. В этом исследовании были установлены условия применения *цис*-абиенола для индуцирования устойчивости томатов к бактериальному увяданию с помощью экспериментов по инокуляции в горшках и исследован лежащий в основе механизм путем определения физико-биохимических показателей и транскриптомных изменений. Результаты показали, что нанесение *цис*-абиенола на корни было наиболее эффективным подходом для индуцирования устойчивости томатов к бактериальному увяданию. Оптимальная концентрация составляла 60 мкг/мл, и 2–3 последовательных применений с интервалом в 3–6 дней было достаточно для индуцирования устойчивости растений томатов к бактериальному увяданию. *Цис*-Абиенол может усиливать активность антиоксидантных ферментов и стимулировать защитную сигнальную систему в корнях томатов, что приводит к повышению экспрессии генов, участвующих в каскаде митоген-активируемых

протеинкиназ. Он также повышает экспрессию генов JAZ и увеличивает содержание жасмоновой кислоты (ЖК) и салициловой кислоты (СК), которые контролируют экспрессию генов биосинтеза флавоноидов и содержание фитоалексинов в корнях томатов. Устойчивость, индуцированная *цис*-Абиенолом, в основном зависит от сигнального пути ЖК, и сигнальный путь СК также участвует в этом процессе. Данное исследование показало возможность применения терпеноида растительного происхождения *цис*-Абиенола для индукции устойчивости растений к бактериальному увяданию, что имеет большое значение для разработки экологически чистых бактерицидов.

В патенте [4] описано изобретение, которое относится к новому способу, векторам экспрессии и клеткам-хозяевам для получения абиенола путем превращения геранилгеранилдифосфата (GGPP) в абиенол в присутствии комбинации дитерпенсинтазы класса II и бифункциональной абиенолсинтазы класса I/II.

Листья табака (*Nicotiana tabacum*) покрыты железистыми трихомами, которые продуцируют эфиры сахарозы и дитерпеноиды в различных количествах, в зависимости от сорта. Бициклический дитерпен Z-абиенол является основным лабданоидом, присутствующим в некоторых восточных сортах табака, где он является предшественником важных вкусовых и ароматических веществ [5]. В данной работе авторы описывают идентификацию и характеристику двух генов, контролирующих биосинтез Z-абиенола у *N. tabacum*. Как и для других лабданоидных дитерпенов покрытосеменных растений, биосинтез Z-абиенола происходит в два этапа. NtCPS2 кодирует терпенсинтазу II класса, которая синтезирует 8-гидроксикопалил дифосфат, а NtABS кодирует белок, подобный кауренсинтазе (KSL), который использует 8-гидроксикопалил дифосфат для образования Z-абиенола. Филогенетический анализ показывает, что NtABS принадлежит к отдельной кладе белков KSL, которая включает недавно идентифицированные сантален- и бергамотенсинтазы томата (*Solanum habrochaites*). Результаты ОТ-ПЦР показывают, что оба гена преимущественно экспрессируются в трихомах. Более того, микроскопия трансгенов, слитых с промотором NtCPS2 и GUS, продемонстрировала высокую специфичность экспрессии к железистым клеткам трихом. Эктопическая экспрессия обоих генов, но не одного из них по отдельности, управляемая трихомоспецифичным промотором в трансгенной *Nicotiana glauca*, привела к образованию Z-абиенола у этого вида, который обычно его не производит. Более того, анализ последовательностей более 100 сортов табака выявил полиморфизмы в гене NtCPS2, которые приводят к преждевременному укорочению белка у сортов, лишенных Z-абиенола, тем самым устанавливая NtCPS2 как основной ген, контролирующей биосинтез Z-абиенола у табака. Эти результаты открывают новые

перспективы для селекции табака и метаболической инженерии лабданоидных дитерпенов, а также для исследований взаимосвязи структуры и функции терпенсинтаз.

Идентификация генов, кодирующих дитерпенсинтазу, в сочетании с технологиями синтетической биологии открывает возможности для биосинтеза *цис*-абиенола. Метилэритритолфосфатный (MEP) и мевалонатный (MVA) пути были сконструированы для продукции *цис*-абиенола в *Escherichia coli*, что увеличило выход *цис*-абиенола примерно в 7 и 31 раз соответственно по сравнению с выходом, полученным при сверхэкспрессии только пути MEP или исходного пути MEP. Кроме того, была проведена систематическая оптимизация биосинтеза *цис*-абиенола, такая как скрининг дитерпенсинтаз и двухфазное культивирование. Было обнаружено, что комбинация бифункциональной *цис*-абиенолсинтазы класса I/II из *Abies balsamea* (AbCAS) и абиенолсинтазы класса II из *Salvia sclarea* (SsTPS2) является наиболее эффективной. При использовании изопропилмиристата в качестве растворителя в двухфазном культивировании в биореакторе с подпиткой в периодическом режиме было достигнуто образование *цис*-абиенола в концентрации 634,7 мг/л. Данная работа демонстрирует возможность использования *E. coli* глюкозы в качестве источника углерода для биосинтеза *цис*-абиенола посредством модифицированного пути [6].

Цис-абиенол, встречающийся в природе дитерпеноид лабданума, считается необходимым предшественником веществ амбры и обнаруживается на поверхности многих растений [7]. В этом исследовании штамм *Klebsiella oxytoca* T2L был выделен из почвы восточного табака и продемонстрировал эффективную деградацию *цис*-абиенола. Штамм был идентифицирован по морфологическим характеристикам и анализу последовательности 16S рДНК. В условиях культивирования 30 °С, pH 7,0, 0,5 мг/мл сульфата аммония и 1 мг/мл *цис*-абиенола — скорость деградации *цис*-абиенола штаммом T2L достигла 68,2% через 96 ч. Было изучено влияние различных источников углерода и азота на эффект деградации *цис*-абиенола штаммом T2L. Кроме того, было проанализировано влияние pH и температуры на рост клеток и деградацию *цис*-абиенола. Анализ методом ГХ-МС показал, что деградация *цис*-абиенола штаммом T2L приводит к образованию нескольких потенциальных ароматических соединений, включая (+/-)-амбреинолид, склареол, аналог амберонна (изомер 3), и аналог скларала (склареолид лактол), состав которого напоминает состав натуральной амбры. Данное исследование закладывает теоретическую основу для дальнейших исследований биодеградации *цис*-абиенола до ценных ароматических соединений.

Эффективное и экономичное производство *цис*-абиенола привлекло широкое внимание благодаря его использованию в качестве предшественника в синтезе амброкса (основного аромата редкой амбры). Растущая осведомлённость об экологических проблемах

и преимуществах микробного производства – устойчивого и экологичного – стимулировали усилия по развитию биосинтеза *цис*-абиенола более доступными способами [8]. В данном случае клетки *Escherichia coli* были использованы для масштабирования производства *цис*-абиенола посредством экспрессии краткого пути утилизации изопентенола (IUP). Алкоголькиназы и изопентенилфосфаткиназы (IPK) были скринингованы и скоординированы для увеличения производства диметилаллилдифосфата (DMAPP), что привело к примерно 37-кратному увеличению выхода *цис*-абиенола по сравнению с титром, полученным при использовании эндогенного пути MEP. Затем авторы сконструировали штамм с двойной фосфатазной недостаточностью (BD203), что привело к 40%-ному повышению титра *цис*-абиенола по сравнению со штаммами дикого типа. Благодаря оптимизации стратегий добавления в штамме BD203 был получен титр *цис*-абиенола $311,8 \pm 1,0$ мг/л, что является самым высоким титром *цис*-абиенола, полученным во встряхиваемых колбах, и составляет 14,7% от максимального теоретического выхода. Наконец, дальнейшая оптимизация процесса ферментации с подпиткой позволила достичь титра *цис*-абиенола 1375,7 мг/л в биореакторе объёмом 1,3 л. В целом, штамм BD203 в данном исследовании достиг существенного повышения титра *цис*-абиенола, и ожидалось, что модифицированные микроорганизмы будут способствовать переходу к промышленному производству.

Было проведено исследование микробной трансформации *цис*-абиенола, основного предшественника табачного ароматического вещества, неидентифицированной почвенной бактерией JTS-162. Из культуральной жидкости в качестве продуктов трансформации были выделены четыре новых соединения [9]. Спектрометрическими методами и методами синтеза было установлено, что это (12Z)-лабда-8(17),12,14-триен, (12Z)-лабда-8(17),12,14-триен-18-ол, (12Z)-лабда-8(17),12,14-триен-18-аль и 4,18,19-три-нор-3,4-секо-5-оксо-(12Z)-лабда-8(17),12,14-триен-3-овая кислота. На основании экспериментов с последовательностью деградации был предложен путь биотрансформации *цис*-абиенола бактерией.

Лабданоидный дитерпеновый спирт *цис*-абиенол является основным компонентом ароматической олеорезина пихты бальзамической (*Abies balsamea*) и служит ценным биопродуктом для парфюмерной промышленности [10]. Используя высокопроизводительное секвенирование транскриптома 454 и профилирование метаболитов ткани коры пихты бальзамической, мы идентифицировали последовательности дитерпенсинтаз-кандидатов для клонирования полноразмерной кДНК и функциональной характеристики. Авторы обнаружили бифункциональную *цис*-абиенолсинтазу класса I/II (AbCAS), а также паралогичные левопимарадиен/абиетадиенсинтазу и

изопимарадиенсинтазу, все из которых относятся к подсемейству TPS-d, специфичному для голосеменных растений. Образование *цис*-абиенола, катализируемое AbCAS, протекает через циклизацию и гидроксирование по углероду C-8 постулированного промежуточного карбокатиона в активном центре класса II с последующим расщеплением дифосфатной группы и терминацией последовательности реакций без дальнейшей циклизации в активном центре класса I. Этот механизм реакции отличается от механизма синтазы типа изопимарадиен- или левопимарадиен/абиетадиенсинтазы, которые используют реакции депротонирования в активном центре класса II и вторичные циклизации в активном центре класса I, что приводит к образованию трициклических дитерпенов. Сравнительное гомологичное моделирование показало, что остатки активного центра Asp-348, Leu-617, Phe-696 и Gly-723 потенциально важны для специфичности AbCAS. Будучи бифункциональным ферментом класса I/II, AbCAS является перспективной мишенью для метаболической инженерии продукции *цис*-абиенола.

Филлопланины табака (*T*-филлопанин) представляют собой группу близкородственных гликопротеинов, которые образуются и локализуются на границе между надземной поверхностью растения (филлопланой) и атмосферой. Они синтезируются в коротких стелющихся трихомах и секретируются на надземные поверхности, где, как считается, служат для растения первой линией защиты от грибковых патогенов [11]. В данной работе с помощью исследований *in vitro* и *in planta* показано, что филлопланины табака и подсолнечника обладают широким спектром противогрибковой активности против спор, а также гиф двух видов нескольких настоящих грибов. Полевые испытания показывают, что *T*-филлопанин снижает заболеваемость тремя важными грибковыми патогенами газонных трав. Филлопланины табака – это отдельные белки, но они обладают свойствами, общими с небольшими, мембранообразующими, антимикробными пептидами, образуемыми другими организмами. Чтобы напрямую определить, обладает ли *T*-филлопанин порообразующей активностью, мы отслеживали изменение электропроводности и специфическую утечку ионов из спор и гиф в суспензии. Результаты показывают, что филлопанин вызывает разрушение мембраны гриба, что приводит к истощению ионов и гибели клеток. Обнаружив широкую эффективность *T*-филлопанина против спор и/или гиф нескольких истинных грибов, но отсутствие активности против гиф оомицетов *Rhizium* и *Peronospora parasitica*, авторы исследовали возможное воздействие на зооспоры последних двух патогенов. Было показано, что *T*-филлопанин эффективен против их зооспор, что расширяет область его действия и на водные плесневые грибы. В ходе этих экспериментов мы также протестировали действие дитерпена *цис*-абиенола, секретлируемого

из высоких трихом табака, и обнаружили, что это соединение воздействует на зооспоры и может предотвращать заболевание «черная ножка», вызываемое *P. parasitica*, при внесении в почву для корневой поливки табака. Таким образом, результаты этих исследований с филлопланинами и *цис*-абиенолом, двумя различными соединениями, накапливающимися на поверхности табака, согласуются с тем, что они служат растениям первой линией защиты от широкого спектра вторгающихся грибковых патогенов. Филлопланины и *цис*-абиенол могут быть полезны для борьбы с грибковыми заболеваниями в плавающих табачных грядах. Показанная здесь эффективность Т-филлопланина в борьбе с грибковыми патогенами дерновых трав в полевых условиях позволяет предположить, что этот натуральный продукт может найти применение в комплексной борьбе с вредителями (IPM) дерновых и других культур.

Биосинтез гидроксилированного лабданового дитерпена, *цис*-абиенола, 9 α H-[(12Z)-лабда-12,14-диен-8 α -ола] из геранилгеранилпирофосфата наблюдался в бесклеточных экстрактах, полученных из тканей, содержащих трихомы, экспериментального табака *Nicotiana tabacum L. s.v. T.I. 1068*. Синтетическая активность наблюдалась с экстрактами желез трихом, но не субэпидермальной ткани или эпидермиса, из которого железы были удалены. Активность была растворимой, стимулировалась Mg^{2+} , имела оптимум pH около 7,0 и не была затронута условиями, которые ингибируют цитохром P450 оксигеназу. Эти результаты указывают на наличие в железах трихом T.I. 1068, циклазной активности, которая напрямую дает циклизированный гидроксилированный лабданоид *цис*-абиенол.

Биологические активные свойства абиенола также рассматривались в работах [13,14].

Дитерпены широко распространены во многих биологических царствах, где они выполняют разнообразные физиологические функции, а некоторые из них имеют значительное промышленное применение. Их биосинтез с участием дитерпеновых синтаз I класса (ДТС), активность которых может предшествовать активности дитерпеновых циклаз II класса (ДТС) [15]. В данной работе для изучения неразборчивости ДТС была использована модульная система метаболической инженерии. Поразительно, что как бактериальные, так и растительные ДТС проявляют экстремальную неразборчивость, реагируя со всеми доступными предшественниками с ортогональной активностью, образуя олефиновую или гидроксильную группу соответственно. Такая неразборчивость ДТС обеспечивает комбинаторный биосинтез с удивительно высокими выходами для этих неоптимизированных ненативных ферментативных комбинаций (до 15 мг/л). Действительно, удалось легко охарактеризовать 13 неизвестных продуктов. Примечательно, что 16 из наблюдаемых дитерпенов ранее были недоступны, и эти результаты открывают пути

биосинтеза, которые, как ожидается, позволят в дальнейшем создавать более продвинутые пути для получения дополнительно сконструированных «неприродных» дитерпеноидов.

Список использованной литературы

1. Gaolei X., Wenyuan Q., Rasool A., Yongzhen Zh. Biotransformation of tobacco-derived Z-abienol into precursors of ambrox by newly identified *Acinetobacter tjernbergiae* LSC-2 // *Front. Microbiol.* – 2025. – Vol. 16. – N 2. – pp. 102-111
2. Cheng T., Zhao G., Xian M., Congxia X. Improved cis-Abienol production through increasing precursor supply in *Escherichia coli* // *Scientific Reports.* – 2020. – Vol. 10. – pp. 16791-16798
3. Yuqing S., Gui Z., Ning Y., Wang Q. Roles and Preliminary Mechanism of Tobacco cis-Abienol in Inducing Tomato Resistance against Bacterial Wilt // *Inter. J. Mol. Sci.* – 2023. – Vol. 24. – N 15. – pp. 12225-12234
4. Pat. 2016094178A1. WO. 2016. Methods for producing abienol / Royer J /
5. Sallaud C., Topfer R., Guepfert S., Bakaher N. Characterization of two genes for the biosynthesis of the labdane diterpene Z-abienol in tobacco (*Nicotiana tabacum*) glandular trichomes // *Plant Journal* .- 2012. – Vol. 72. – Pp. 1-17
6. Lei L., Wang X., Xinyang L., Shi H. Combinatorial Engineering of Mevalonate Pathway and Diterpenoid Synthases in *Escherichia coli* for cis-Abienol Production // *J. Agricult. Food Chemistry.* – 2019. – Vol. 67. – N 23. – pp. 6523-6531
7. Han L., Zhang X., Hang X., Gaolei X. Isolation and identification of the cis-abienol degrading strain *Klebsiella oxytoca* T2L and its aroma products // *Scientific Reports.* – 2025. – Vol. 15. – N 1. – pp. 7179-7184
8. Zhang X., Kexin Zh., Shi H., Wang X. Engineering *Escherichia coli* for effective and economic production of cis-abienol by optimizing isopentenol utilization pathway // *Journal of Cleaner Production.* – 2022. – Vol. 351. – N 2. – pp. 131310-131317
9. Hieda T., Mikami Y., Yukiteru O., Kisaki T. Microbial Transformation of *cis*-Abienol // *Agricultural and Biological Chemistry.* – 1982. – Vol. 46. – N 9. – pp. 2249-2255
10. Zerbe Ph., Chiang A., Yuen M., Draper J.A. Bifunctional cis-Abienol Synthase from *Abies balsamea* Discovered by Transcriptome Sequencing and Its Implications for Diterpenoid Fragrance Production // *Journal of Biological Chemistry.* – 2022. – Vol. 287. – N 15. – pp. 12121-12131
11. King B.Ch. T-Phylloplanin and cis-abienol – two natural products from tobacco have broad spectrum, anti-fungal activities // *Thesis of University of Kentukki.* – 2011. – 178 p.
12. Guo Z.H., Severson R.F., Wagner G.J. Biosynthesis of the Diterpene cis-Abienol in Cell-Free Extracts of Tobacco Trichomes // *Archives of Biochemistry and Biophysics.* – 1994. – Vol. 308. – N 1. – pp. 103-108
13. Moldoch J., Agacka M., Jozwiak G., Wojtunik-Kulesza K. Biological Activity of Monoterpene-Based Scaffolds: A Natural Toolbox for Drug Discovery // *Molecules.* – 2025. – Vol. 30. – N 7. – pp. 1480-1492
14. Shigemi S., Kobayashi M., Mitsuhara I., Ohashi Y. Identification of natural products that inhibit bacterial wilt, an important disease of crops // *Plants.* – 2021. – N 2. – pp. 311-319
15. Meirong J., Potter K.C., Peters R. Extreme promiscuity of a bacterial and a plant diterpene synthase enables combinatorial biosynthesis // *Metab. Eng.* – 2016. – Vol. 37. – pp. 24-34

УДК 547.541.2.

Удалова Е.А.¹, Гаджиева Г.Э.^{2,3}, Мамедбейли Э.Г.²**МИРЦЕН И ЕГО БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СВОЙСТВА**¹ Уфимский Государственный Нефтяной Технический Университет, Уфа, Башкортостан, РФ² Институт Нефтехимических процессов имени акад. Ю.Г. Мамедалиева Министерства Науки и Образования, Азербайджанская Республика³ Научно-исследовательский проектный институт нефти и газа, SOCAR, Азербайджанская Республика

Мирцен, (β -мирцен) представляет собой монотерпен и по своей физической природе является бесцветным маслянистым веществом, широко встречающимся в эфирных маслах. Его получают в основном полусинтетическим путём из мирции, откуда он и получил своё название. Он является промежуточным продуктом в производстве нескольких ароматизаторов. Менее распространённой изомерной формой, в которой одна из трёх алкеновых групп находится в другом положении, является α -мирцен.

Ключевые слова: мирцены, монотерпены, медицинские препараты, лекарственные средства

Udalova E.A.¹, Hajiyeva G.E.^{2,3}, Mammadbayli E.H.²**MYRCENE AND ITS BIOLOGICALLY ACTIVE PROPERTIES**¹ Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Bashkortostan, RF² Institute of Petrochemical Processes named after academician Yu.H. Mammadaliyev Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan³ Oil and Gas Project Research Institute, SOCAR, Republic of Azerbaijan

Myrcene (β -myrcene) is a monoterpene and, by physical nature, a colorless oily substance commonly found in essential oils. It is obtained primarily semisynthetically from myrtia, from which it gets its name. It is an intermediate in the production of several fragrances. A less common isomeric form, in which one of the three alkene groups is in a different position, is α -myrcene.

Keywords: myrcenes, monoterpenes, medicinal preparations, drugs

Мирцен обладает рядом биологических свойств, включая анальгезирующее, противовоспалительное, антиоксидантное и седативное.

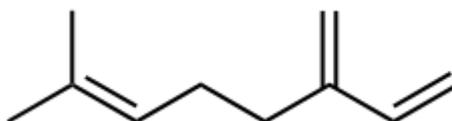


Рис. 1 Химическое строение мирцена

Также изучались его потенциальные антибактериальные, противодиабетические и противораковые свойства. Хотя исследования на животных и клетках показывают многообещающие результаты, клинические испытания на людях для многих из этих применений отсутствуют, основным биологически активным свойствам мирцена можно отнести следующие:

Анальгетическое действие: мирцен оказывает обезболивающее действие, предположительно опосредованное системой опиоидных рецепторов и α -2-адренорецепторами.

Противовоспалительное действие: мирцен проявляет противовоспалительные свойства, и исследования показывают его эффективность в моделях остеоартрита и хронического воспаления.

Антиоксидантное действие: мирцен может действовать как антиоксидант, способный защищать от возрастных и дегенеративных заболеваний, ингибируя окисление липидов.

Седативное действие: в исследованиях на животных были продемонстрированы седативные свойства, предположительно, за счет влияния на нейромедиаторы в головном мозге. Противодиабетическое действие: некоторые исследования показывают, что мирцен может улучшать толерантность к глюкозе у животных с диабетом.

Антибактериальное действие: исследования показывают, что мирцен обладает антибактериальными свойствами, способствуя активности некоторых эфирных масел.

Противораковое действие: в исследованиях на клеточных линиях было показано, что мирцен подавляет пролиферацию, снижает подвижность и вызывает морфологические изменения в некоторых раковых клетках.

Кроме того, мирцен улучшает трансдермальное всасывание: мирцен может усиливать всасывание других веществ через кожу. Исследования показали, что мирцен может взаимодействовать с ДНК, что может быть связано с его наблюдаемым воздействием на раковые клетки.

Мирцен (β -мирцен) — распространённый монотерпен, который является основным компонентом многих видов растений, включая хмель и каннабис [1]. Он является популярной вкусовой и ароматизирующей добавкой (пищевой добавкой), используемой в производстве продуктов питания и напитков. Целью этой работы является описание распространения, биологического и токсикологического профиля β -мирцена. Обсуждаются основные описанные биологические свойства β -мирцена: анксиолитическое, антиоксидантное, антивозрастное, противовоспалительное и анальгетическое действие, а также механизмы их действия. Также обсуждаются последние данные о безопасности β -мирцена. В целом, β -мирцен продемонстрировал многообещающие преимущества для здоровья во многих исследованиях на животных.

Авторы работы [2] сообщают, что γ -терпинен, α -терпинен, *p*-цимен и мирцен — монотерпены, содержащиеся во многих эфирных маслах, извлекаемых из различных

растений и специй. Мирцен также встречается в природе в таких растениях, как хмель, конопля, лимонник и вербена, и используется в качестве ароматизатора в производстве продуктов питания и напитков. В данном исследовании биологическая эффективность γ -терпинена, α -терпинена, p -цимена и мирцена изучалась на линиях клеток человека (HeLa, SH-SY5Y и HDFa). Для получения подробной информации о противораковых свойствах были проведены анализы цитотоксичности, пролиферации клеток, миграции клеток и морфологии. Полученные результаты показывают, что мирцен обладает потенциальной биологической активностью, особенно в клетках HeLa. В этой линии клеток он приводит к остановке пролиферации, снижению подвижности и морфологическим изменениям с потерей сферичности и толщины, а также к повреждению ДНК. Кроме того, взаимодействие γ -терпинена, α -терпинена, p -терпинена и мирцена с ДНК тимуса теленка (сДНК) изучалось методом УФ-видимой спектрофотометрии. Эксперименты по связыванию ДНК показывают, что только мирцен способен взаимодействовать с ДНК с кажущейся константой диссоциации (K_d) 29×10^{-6} М.

Чтобы выяснить природу антибактериальной активности масла чайного дерева (МЧД; эфирное масло *Melaleuca alternifolia*), авторы работы [3] исследовали антибактериальное действие мирцена на *Staphylococcus aureus* FDA209 и действие комбинации мирцена и терпинен-4-ола. Результаты сравнивали с результатами для других компонентов МЧД. Используя *S. aureus* FDA209P в качестве тестового организма, авторы оценили антибактериальную активность по показателям ингибирования роста и утечки ионов K^+ из бактериальных клеток. Мирцен подавлял рост *S. aureus*, как и МЧД, и эффект зависел от повреждения клеточных мембран. Смесь мирцена и терпинен-4-ола обладала активностью, аналогичной МЧД, в отношении утечки ионов K^+ из *S. aureus*. Мирцен действует как антибактериальное средство против *S. aureus* и вносит важный вклад в антибактериальную активность МЧД.

В работе [4] сообщается, что мирцен, природный олефиновый углеводород, обладает противовоспалительными, анальгезирующими, антибиотическими и антимуtagenными свойствами, но его противораковый эффект до сих пор не изучен. Таким образом, настоящее исследование было направлено на изучение молекулярного механизма, посредством которого мирцен опосредует противораковую активность клеток аденокарциномы легких A549. *In vitro* клетки рака легких A549 культивировали с мирценом или без него, и анализировали влияние на метаболическую активность клеток, уровни активных форм кислорода (АФК), целостность митохондрий, повреждение дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) и активность каспаз. Исследование показало, что по сравнению с контрольными клетками

мирцен вызывает гибель клеток дозозависимым образом, одновременно индуцируя уровни АФК. Дальнейшие эксперименты показали, что метаболическая активность клеток аденокарциномы легких A549 снижалась с увеличением повреждения ДНК и изменением клеточной целостности. Кроме того, повышенная активность каспазы-3 также была подтверждена снижением синтеза митохондриального мембранного потенциала в клетках, обработанных мирценом. Это свидетельствует о том, что клетки рака лёгких испытывают признаки токсичности во время обработки мирценом, что выражается в активации механизма апоптоза через митохондриально-опосредованную сигнализацию клеточной смерти и индукции окислительного стресса. Результаты представляют собой первое сообщение о доказательстве противораковой активности и возможности создания нового препарата для лечения рака лёгких.

β -Мирцен – важное монотерпеновое соединение, широко используемое в парфюмерной, сельскохозяйственной и пищевой промышленности [5]. Микробное производство β -мирцена соответствует тенденции развития экологичного биологического производства, обладающего большим потенциалом развития. Низкая каталитическая активность β -мирценсинтазы (МС) и недостаточное количество прекурсоров считаются узкими местами в производстве β -мирцена. В данной работе для биосинтеза β -мирцена с использованием *Saccharomyces cerevisiae* были интегрированы стратегии скрининга источника, субклеточной локализации, слияния ферментов и усиления синтеза прекурсоров. Титр β -мирцена постепенно увеличился в 218 раз (до 63,59 мг/л) по сравнению с исходным титром во встряхиваемой колбе. Более того, после добавления антиоксидантов (1 мМ глутатиона, GSH и 1% бутилированного гидрокситолуола, ВНТ) титр достиг 66,82 мг/л. В конечном итоге, при ферментации с подпиткой в течение 5,0 л в условиях ограничения содержания углерода в дрожжах *S. cerevisiae* была достигнута концентрация 142,64 мг/л β -мирцена, что стало самым высоким зарегистрированным титром для дрожжей на сегодняшний день. Данное исследование не только создало платформу для получения β -мирцена, но и предоставило референсные данные для эффективного биосинтеза других монотерпеновых соединений.

С ростом распространенности заболеваний, связанных с бессонницей, эффективное лечение бессонницы стало важной темой исследований в области здравоохранения [6]. Эфирное масло лаванды (*Lavandula angustifolia* Mill.) (LEO) является широко используемым лекарственным средством для лечения бессонницы и неврологических расстройств. Однако ни активные компоненты, ни его седативно-снотворный механизм не были полностью изучены. Данное исследование было направлено на скрининг основных активных терпенов

и выявление возможного механизма действия LEO посредством сетевой фармакологии в лечении заболеваний, связанных с бессонницей, а также на проверку нашей гипотезы на мышцах с бессонницей. Результаты показали, что среди 15 потенциальных активных ингредиентов LEO бета-мирцен оказывал сильное седативно-снотворное действие через серотонинергический синаптический путь в соответствии с сетевым фармакологическим прогнозом. Кроме того, мыши с бессонницей, вызванной РСРА (DL-4-хлорфенилаланином), получали лечение бета-мирценом в течение одного или семи дней. Состояние покоя у мышей с бессонницей было эффективно увеличено, а снотворный эффект был усилен анаобарбиталом натрия за счет увеличения продолжительности сна, уменьшения латентности сна и ускорения засыпания. Бета-мирцен уменьшил повреждение нейронов гипоталамуса, вызванное РСРА, и повысил уровни нейромедиаторов ГАМК, 5-НТ и Glu в сыворотке и гипоталамусе мышей с бессонницей. Между тем, бета-мирцен оказал улучшение при бессоннице за счет повышения регуляции соответствующих генов и экспрессии белков в серотонинергическом синаптическом пути. Эти результаты подтверждают достоинства седативно-снотворной активности LEO. Бета-мирцен, терпен в составе LEO, может быть основным источником его седативно-снотворных свойств. Он может служить хорошим потенциальным соединением в будущих клинических исследованиях по борьбе с бессонницей.

β -мирцен (мирцен) является основным компонентом эфирного масла хмеля, представляющего собой растительный экстракт с широким спектром антимикробных свойств [7]. Чтобы глубже понять роль мирцена в мембранной активности общего экстракта, в данной работе было исследовано влияние этого терпена на липидные монослои. Целью исследований был анализ и сравнение влияния мирцена на однокомпонентные пленки, образованные липидами, типичными для растительных и грибных мембран и различающимися по структуре как полярной, так и неполярной части молекулы. Эксперименты включали измерения поверхностного давления-площади, исследования проникновения и релаксации, микроскопию под углом Брюстера и исследования рентгеновской дифракции скользящего падения (GIXD). Было обнаружено, что мирцен вызывает снижение конденсации и/или стабильности и изменяет морфологию липидных монослоев, однако его точное действие определяется концентрацией и типом липида. Более того, механизмы, приводящие к изменениям в структуре плёнки, различаются в зависимости от материала монослоя и могут включать экстракцию молекул из интерфейса и/или размещение терпена в липидной среде. Также было сделано заключение, что, хотя мирцен и

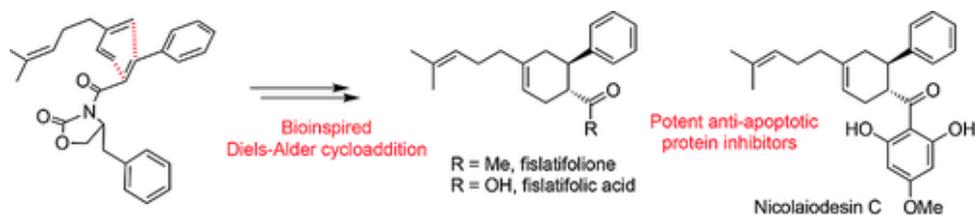
эфирное масло хмеля влияют на свойства липидных плёнок, их действие на исследуемые мембраны осуществляется по разным механизмам.

Инвазивный потенциал злокачественных опухолевых клеток имеет решающее значение для их метастазирования [8]. Данное исследование было проведено для оценки антиинвазивной активности β -мирцена, природного соединения, обнаруженного в эфирном масле шишек сосны корейской (*Pinus koraiensis*), в метастатических клетках рака молочной железы человека MDA-MB-231. Среди четырех основных компонентов, включая α -пинен, β -мирцен, 3-карен и d-лимонен, β -мирцен показал наиболее сильное ингибирование активности ядерного фактора κB (NF- κB), индуцированного фактором некроза опухоли α (TNF α). Предварительная обработка β -мирценом подавляла индуцированное TNF α фосфорилирование ингибитора κB -киназы и NF- κB , а также экспрессию гена матричной металлопротеиназы-9 (MMP-9) в дозозависимой манере. Кроме того, β -мирцен ингибировал инвазию клеток MDA-MB-231, вызванную TNF α , что было установлено с помощью трёхмерного сфероидного анализа инвазии. Эти данные свидетельствуют о том, что ЕОРС может усиливать антиметастатическую активность в клетках рака молочной железы посредством снижения экспрессии MMP-9, опосредованной NF- κB .

В патентной работе [9] представлены композиции и способы получения мирцена путем культивирования генетически модифицированных микробных клеток-хозяев, экспрессирующих мирценсинтазу и, возможно, геранилпирофосфатсинтазу. Также в настоящем документе представлены выделенные молекулы нуклеиновых кислот, кодирующие варианты мирценсинтазы, полученные из мирценсинтазы вида *Ocimum*, содержащие одну или несколько аминокислотных замен, улучшающих работу мирценсинтазы *in vivo* в генетически модифицированных микробных клетках-хозяевах. Также в настоящем документе представлены выделенные варианты мирценсинтазы, обладающие улучшенной активностью в превращении геранилдифосфата в мирцен.

На основе биоинспирированного асимметричного циклоприсоединения Дильса-Альдера с использованием хирального оксазолидинона Эванса был осуществлен первый полный синтез обоих энантиомеров двух циклогексенилхалконов, полученных из мирцена, – фислатифолиона и фислатифоловой кислоты [10]. Эта стратегия была также применена к полному синтезу николаиодезина С. Эти природные продукты, а также их синтетические интермедиаты, были исследованы с помощью *in vitro* аффинного замещения, основанного на модуляции взаимодействий Vcl-xL/Vak, Mcl-1/Bid и Vcl-2-Bim. Данное исследование показало, что (+)-фислатифоловая кислота действует как двойной ингибитор Vcl-xL/Mcl-1 с

микромольной активностью, а промежуточный амид Вайнреба действует как превосходный двойной ингибитор Mcl-1/Bcl-2 на субмикромольном уровне.



Изобретение [11] относится к композициям и составам, содержащим полимерный мирцен. Более конкретно, изобретение относится к композициям, содержащим выделенную фракцию полимерного мирцена в гидрофобном носителе, а также к составам, сохраняющим биологическую активность активного полимера.

Биокатализ β -мирцена в соединения с высокой стоимостью, обладающие улучшенными органолептическими/терапевтическими свойствами, может быть осуществлен с использованием специализированных ферментативных аппаратов бактерий, биотрансформирующих β -мирцен [12]. Изучено лишь небольшое количество бактерий, биотрансформирующих β -мирцен, что ограничивает разнообразие генетических модулей/катаболических путей, доступных для биотехнологических исследований. В нашей модели штамма *Pseudomonas sp. M1* катаболический код β -мирцена был идентифицирован в геномном острове (GI) размером 28 кб. Отсутствие близких гомологов этого генетического кода, связанного с β -мирценом, побудило провести биопроспективное исследование ризосфер пробкового дуба и эвкалипта из 4 географических районов Португалии для оценки экологического разнообразия и распространения генетического признака, биотрансформирующего β -мирцен (Mut+).

Таким образом, мирцен (β -мирцен) — распространённый монотерпен, который является основным компонентом многих видов растений, включая хмель и каннабис. Он является популярной вкусовой и ароматизирующей добавкой (пищевой добавкой), используемой в производстве продуктов питания и напитков. Целью данного обзора является описание распространения, биологических и токсикологических характеристик β -мирцена. Обсуждаются основные описанные биологические свойства β -мирцена — анксиолитические, антиоксидантные, антивозрастные, противовоспалительные и анальгетические свойства, а также механизмы их действия [13].

Сообщается [14], что MF59, адъювант, относящийся к представителю семейства терпенов С30, является иммуностимулятором, стимулирующим иммунный ответ, ориентированный на Т-хелперы 2-го типа (Th2). Предыдущие исследования показали, что

пирипроксифен, представитель семейства терпенов с меньшим количеством атомов углерода (C20), чем MF59, усиливает иммунный ответ, ориентированный на Т-хелперы 1-го типа (Th1). Данное исследование было проведено для изучения усиления антигенспецифических иммунных ответов мирценом, представителем семейства терпенов с меньшим количеством атомов углерода (C10), чем пирипроксифен. Овальбумин (OVA) использовался в качестве антигена для определения влияния мирцена на иммунный ответ. Мониторингу подвергались подтипы IgG и цитокины, индуцированные иммунизацией OVA с мирценом или без него. После этого авторы определили влияние мирцена на иммунный ответ против Ag85B, который является доминирующим протективным антигеном туберкулеза. Результаты показали, что 0,8 мг/доза мирцена усиливала антигенспецифический общий иммунный ответ IgG на OVA. Для усиления выработки антител требовалось прямое смешивание антигена с мирценом. Мирцен увеличивал титр OVA-специфического IgG2a, что свидетельствует об индукции Th1-иммунного ответа. Уровень Th1-цитокинов, IFN- γ , был повышен через 8 недель после иммунизации, хотя уровень IL-13 также был повышен в тот же момент времени. Однако, в конечном итоге, было обнаружено, что мирцен повышал титры общих IgG, специфического к Ag85B, через 5 недель, а титр специфических IgG2a увеличивался как через 5, так и через 8 недель. Результаты свидетельствуют о том, что мирцен может усиливать Th1-иммунный ответ. Мирцен усиливал специфический иммунный ответ против OVA и Ag85B. Данное исследование предполагает тенденцию к усилению иммунного ответа Th1 мирценом.

Подводя итог анализу результатов исследований, можно заключить, что мирцен, или β -мирцен, в официальной номенклатуре ИЮПАК обозначен как 7-метил-3-метилен-1,6-октадиен, — это терпен с общей молекулярной формулой C₁₀H₁₆. Этот терпен содержится в эфирном масле многих растений, таких как вербена, лемонграсс, индийская конопля и мирт, а также в манго, хмеле, эвкалипте и других. Мирцен — один из наиболее распространённых терпенов во многих сортах каннабиса. Он обладает фруктовым, лимонным, бальзамическим, острым и пряным ароматом, похожим на аромат гвоздики, но в разных препаратах могут наблюдаться существенные различия. Вместе с лимоненом он является одним из наиболее часто используемых терпенов в промышленности. Мирцен входит в состав многих парфюмерных композиций, а в биохимии растений является предшественником других терпенов. Его большое содержание в хмеле во многом определяет аромат пива. Благодаря приятному запаху он иногда используется в чистом виде. Изомером β -мирцена является α -мирцен (2-метил-6-метилен-1,7-октадиен), который, однако, не встречается в природе. Термин «мирцен» происходит от названия растения *Murcia sphaerocarpa*, произрастающего в регионе Амазонки, где его корень использовался в племенной медицине. Вслед за этим

традиционным применением в Бразилии ведутся исследования противодиабетических свойств мирцена. Эфирное масло с высоким содержанием этого терпена используется в натуральной терапии или в качестве добавки к лекарственным препаратам, поскольку, как и β -кариофиллен, он обладает различными терапевтическими свойствами. В первую очередь, он обладает противовоспалительным, седативным, обезболивающим, спазмолитическим, а также антибиотико- и антисептическим действием. Его способность противодействовать генетической мутации клеток изучается, хотя исследования указывают на его канцерогенный потенциал. Мирцен выполняет в организме определённые функции, которые пока не до конца изучены. В каннабиноидной терапии он считается усилителем действия ТГК, поскольку влияет на проницаемость клеток, что облегчает транспорт активного вещества из крови в нейроны. Также, по-видимому, эта молекула увеличивает максимальный уровень насыщения рецептора CB1, способствуя лучшему усвоению препарата пациентами, которым требуются высокие дозировки. В каннабисе штаммы с преобладанием индики содержат больше мирцена, чем штаммы сативы. Это отчасти объясняет разницу в седативном и анальгетическом эффектах.

Список использованной литературы

1. Surendran S., Qassadi F., Geyan S., Lilley D. Myrcene—What Are the Potential Health Benefits of This Flavouring and Aroma Agent? // *Front. Nutr.* – 2021. – Vol. 19. – N 8. – Pp. 699666-699672
2. Pincigher L., Valenti F., Bergamini Ch., Prata C. Myrcene: A Natural Compound Showing Anticancer Activity in HeLa Cells // *Molecules.* – 2023. – Vol. 28. – N 18. – Pp. 6728-6734
3. Inoue Y., Shiraishi A., Hada T., Hamashima H. The Antibacterial Effects of Myrcene on *Staphylococcus aureus* and Its Role in the Essential Oil of the Tea Tree (*Melaleuca alternifolia*) // *Natural Medicine.* – 2004. – Vol. 58. – N 1. – Pp. 10-14
4. Xudong B., Tang J. Myrcene Exhibits Antitumor Activity Against Lung Cancer Cells by Inducing Oxidative Stress and Apoptosis Mechanisms // *Natural Product Communications.* – 2020. – N 3. – Pp. 311-318
5. Shu Y., Dong T., Zhou X., Wang H., Liu H. Systematic Engineering to Enhance β -Myrcene Production in Yeast // *Journal of Agriculture and Food Science.* – 2024. – Vol. 72. – N 35. – Pp. 19395-19402
6. Chen L., Yingwei L., Dawei X., Zhang N. Beta-Myrcene as a Sedative–Hypnotic Component from Lavender Essential Oil in DL-4-Chlorophenylalanine-Induced-Insomnia Mice // *Pharmaceuticals.* – 2024. – Vol. 17. – N 9. – Pp. 1161-1167
7. Polec K., Broniatowski M., Wydro P., Hac-Wydro K. The impact of β -myrcene – the main component of the hop essential oil – on the lipid films // *Journal of Molecular Liquids.* – 2020. – Vol. 308. – N 2. – Pp. 113028-113036
8. Jeong-Ho L., Kicheol L., Da Hyun L., Soon Young Sh. Anti-invasive effect of β -myrcene, a component of the essential oil from *Pinus koraiensis* cones, in metastatic MDA-MB-231 human breast cancer cells // *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry.* – 2015. – Vol. 58. – Pp. 563-569
9. Pat. 2017075538A1. WO. 2016. Compositions and methods for production of myrcene / Main A., Wocjeschowski G., Yang Y., Zhao L. /

10. Tiamas Sh., Audet F., Samra A., Bignon J., Litaudon M. Asymmetric Total Synthesis and Biological Evaluation of Proapoptotic Natural Myrcene-Derived Cyclohexenyl Chalcones // *European Journal of Organic Chemistry*. – 2018. – Vol. 42. – Pp. 5830-5835

11. Pat. 2010100651A2. WO. 2010. Compositions of polymeric myrcene / Hazan Z., Amselem Sh. /

12. Soares-Castro P., Soares F., Reis F., Lino-Neto T. Bioprospection of the bacterial β -myrcene-biotransforming trait in the rhizosphere // *Genomics, Transcriptomics, Proteomics*. – 2023. – Vol. 107. – Pp. 5209-5224

13. Wang X. Efficient myrcene production using linalool dehydratase isomerase and rational biochemical process in *Escherichia coli* // *Journal of biotechnology*. – 2023. – Vol. 371. -Pp: 1-50.

14. Uyeda S., Sharmin T., Satho T., Irie K., Watanabe M. Enhancement and regulation effect of myrcene on antibody response in immunization with ovalbumin and Ag85B in mice // *Asian Pacific Journal of Allergy and Immunology*. – 2016. – Vol. 34. – Pp. 314-321

A. Jezupors, M. Mihelons // World J Surgery. 2006. Vol. 30, № 12. P. 2270–2278; discussion 2279–2280.

Текст литературы: Times New Roman, 12 кеглем, через 1,15 интервала.

8. Информация об авторе (авторах).

Образец

Сведения об авторе статьи:

Иванов Иван Иванович – к.м.н., доцент кафедры оперативной хирургии ФГБОУ ВО Башкирский государственный медицинский университет, г. Уфа, ул. Ленина 3. e-mail: ivanov@mail.ru

Текст сведения об авторе статьи: Times New Roman, 12 кеглем, через 1,0 интервал.

9. Следует использовать только общепринятые сокращения. Не следует применять сокращения в названии статьи. Полный термин, вместо которого вводится сокращение, следует расшифровать при первом упоминании его в тексте. Не требуется расшифровки стандартных единиц измерения и символов.

10. Таблицы должны иметь порядковый номер, расположенный в правом верхнем углу, название таблицы. Рекомендуется представлять наглядные, компактные таблицы. Все числа в таблицах должны быть выверены и соответствовать числам в статье.

Образец

Таблица 1
Сравнение среднего количества медицинских событий у пациентов с внебольничной пневмонией и метаболическим синдромом

Медицинские события	За 1 год до госпитализации, N=15	Через 1 год после госпитализации и, N=15	P
Обращения в поликлинику	6,1±2,0	8,2±1,6	0,023
Экстренная госпитализация	0,1±0,1	0,1±0,1	>0,05
Плановая госпитализация	0,2±0,1	0,2±0,1	>0,05
Вызовы скорой помощи	0,1±0,1	0,9±0,8	0,001
Всего	6,5±2,2	9,5±2,0	0,015

11. При использовании результатов статистического анализа данных обязательным условием является указанием использованного программного пакета и его версии, названий статистических методов, приведение описательных методов статистики и точных уровней значимости при проверке статистических гипотез. Для основных результатов исследования рекомендуется рассчитывать доверительные интервалы.

12. Единицы измерения физических величин должны представляться в единицах Международной метрической системы единиц-СИ.

13. Рисунки и диаграммы должны представляться отдельными графическими файлами в форматах bmp, jpg, tiff с указанием названия рисунка/диаграммы, его порядковым номером с разрешением не менее 300 dpi. В статье необходимо указывать место положения рисунка/диаграммы.

14. Все статьи, поступающие в редакцию, проходят многоступенчатое рецензирование, систему ANTIPLAGIAT, замечания рецензентов направляются автору без указания имен

рецензентов. После получения рецензий и ответов автора редколлегия принимает решение о публикации статьи.

15. Редакция оставляет за собой право отклонить статью без указания причин. Очередность публикаций устанавливается в соответствии с редакционным планом издания журнала.

16. Редакция оставляет за собой право сокращать, редактировать материалы статьи независимо от их объема, включая изменения названия статей, терминов и определений. Небольшие исправления стилистического, номенклатурного или формального характера вносятся в статью без согласования с автором. Если статья перерабатывалась автором в процессе подготовки к публикации, датой поступления считается день поступления окончательного текста.

17. Направление в редакцию статей, которые уже посланы в другие журналы или напечатаны в них, не допускается.

18. Номера выходят по мере накопления статей, планируемая частота выхода – 6 номеров в год.