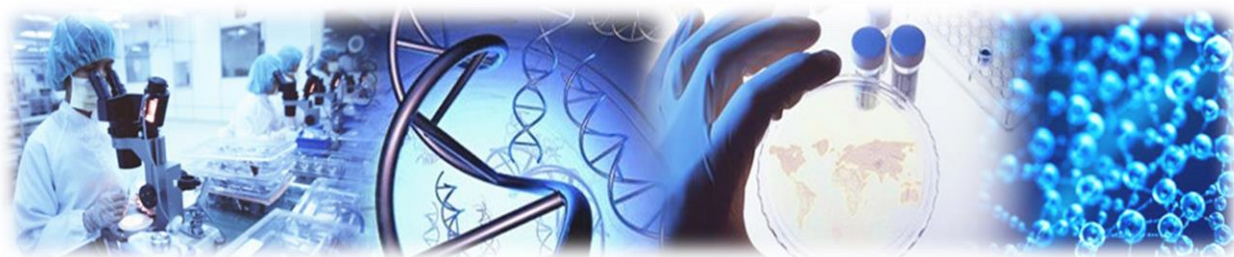




МАТЕРИАЛЫ

III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ МИКРОБИОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ»



Рязань, 2024

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
НАО «Медицинский университет г. Семей», Республика Казахстан
Институт микробиологии Академии наук Республики Узбекистан
Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека**

МАТЕРИАЛЫ

III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ МИКРОБИОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ»

27-28 мая 2024 года

Рязань, 2024

УДК 576.8(071)

ББК 28.4

М341

Редакционная коллегия:

Новак А.И. – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры микробиологии
ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России,

Евдокимова О.В. – кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой
микробиологии ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России,

Котелевец Е.П. – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры микробиологии ФГБОУ
ВО РязГМУ Минздрава России.

**М341 Материалы III международной научно-практической конференции
«Фундаментальные и прикладные аспекты микробиологии в науке и
образовании» / Под ред. А.И. Новак, О.В. Евдокимовой, Е.П. Котелевец, ФГБОУ
ВО РязГМУ Минздрава России. – Рязань, 2024. – 144 с.**

Сборник научных статей составлен по материалам докладов участников III международной
научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты
микробиологии в науке и образовании», проходившей 27-28 мая 2024 года на базе
ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России.

Организаторы конференции:

ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России, кафедра микробиологии

ГБУ РО «Консультативно-диагностический центр», г. Рязань

НАО «Медицинский университет г. Семей», Республика Казахстан

Институт микробиологии Академии наук Республики Узбекистан

Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека

Сборник рекомендован к изданию решением Научно-планового совета
ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России от 13.06.2024 г., протокол № 10.

Материалы публикуются в авторской редакции.

УДК 576.8(071)

ББК 28.4

© ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России, 2024

© Авторы статей

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В МИКРОБИОЛОГИИ	8
Алфимова Д.В. МИКРОБИОТА КИШЕЧНИКА: СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ	8
Булатов Н. А., Бажанова А.Д. СЕРОПОЗИТИВНОСТЬ К <i>HELICOBACTER PYLORI</i> У ПАЦИЕНТОВ С СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫМИ ПАТОЛОГИЯМИ	9
Веремеенко С.Ю. ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ БАКТЕРИЙ К ФАГАМ	11
Гусева Т.М., Байдова Н.В. ПАТОЛОГИИ, АССОЦИИРОВАННЫЕ С ГРИБАМИ <i>CANDIDA NON-ALBICANS</i>	16
Евдокимова О.В., Котелевец Е.П., Бирюков В.В., Санкин А.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕЗИНФЕКТАНТА РАПИСАЙД ДЛЯ ДЕКОНТАМИНАЦИИ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИХ ТОНОМЕТРОВ	18
Епимахова Т.К. ЭНТЕРОТИПЫ ЧЕЛОВЕКА (ПО ДАННЫМ ОПРОСА СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА)	20
Захарова О.А., Ибрагимбекова Х., Кучер О.Д. УЧАСТИЕ МИКРОФЛОРЫ В ОБРАЗОВАНИИ ЗУБНОЙ БЛЯШКИ	23
Канина И.В., Новак А.И. СПОСОБ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ АДГЕЗИВНЫХ СВОЙСТВ КЛИНИЧЕСКИХ ИЗОЛЯТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ СЕРОПОЗИТИВНЫХ К <i>TOXOCARA CANIS</i> ЛИЦ	27
Котелевец Е.П., Воробьева И.В. УРОВЕНЬ МИКРОБНОЙ КОНТАМИНАЦИИ ВНУТРЕННЕЙ СТОРОНЫ МЕДИЦИНСКИХ МАСОК	29
Мелихова А.А., Кольцова В.В., Котелевец Е.П., Воробьева И.В. МИКРОБИОТА ВЛАГАЛИЩА В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ЖИЗНИ	30
Маркелова А.А., Шилова В.А., Гаврилова К.А. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КУРЕНИЯ НА МИКРОБИОМ РОТОВОЙ ПОЛОСТИ ПОДРОСТКОВ	32

Муродова С.М., Бозоров Т.А., Айтенов И.С., Очилов Б.О., Меликузиев Ф.А., Исокулов М.З. ВЫДЕЛЕНИЕ ФИТОПАТОГЕННОГО ГРИБА (F.OXYSPORUM), ВЫЗЫВАЮЩЕГО ФУЗАРИОЗ, ИЗ ОБРАЗЦОВ СЕМЕЙСТВА FABACEAE НУТА (CICER ARIETINUM L.)	35
Назаров Ж.С.Э., Камолов О.О. ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕЙКОЦИТАРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБРАЗЦОВ КРОВИ БОЛЬНЫХ ТУБЕРКУЛЁЗОМ НА ТЕРРИТОРИИ БУХАРСКОГО РЕГИОНА	38
Ненно П.В., Гимранова И.А., Баймиев Ал.Х., Баймиев А.Х. АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ БАКТЕРИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ПАРОДОНТАЛЬНЫХ КАРМАНОВ ОТ ПАЦИЕНТОВ С ПАРОДОНТИТОМ	41
Пикулев М.А., Морозов И.А., Годовалов А.П. РНК-АЗА СЛЮНЫ, КАК ФАКТОР ПРОТИВОВИРУСНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНИЗМА	43
Рагимов Ф.А., Колыганова Т.Ю. ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ АСПЕРГИЛЛЁЗОМ НА ФОНЕ COVID-19	45
СЕКЦИЯ 2. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА ПРОФИЛАКТИКИ, ДИАГНОСТИКИ, ЛЕЧЕНИЯ ИНФЕКЦИОННЫХ И ПАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ	48
Ваулина Т.А., Гаврилова К.А. МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ВРОЖДЕННОГО ТОКСОПЛАЗМОЗА (TOXOPLASMA GONDII)	48
Вишневская Ю.Г. ТУБЕРКУЛЕЗ У КУР	51
Волков А.Г. ФАРМАКОКИНЕТИКА СУБСТАНЦИИ ЛЕЙКОЦИТАРНОГО ПЕПТИДНОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ОДНОКРАТНОМ ВВЕДЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ЖИВОТНЫМ	54
Головина Н.А., Гусева Т.М., Канина И.В. ИЗУЧЕНИЕ МИКРОБОЦИДНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНТИСЕПТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ РАЗНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ГРУПП	56
Захарова О.А., Столярова А.М. ЭФФЕКТИВНОСТЬ БАКТЕРИОТЕРАПИИ И ЕЕ ПРОБЛЕМЫ	58

Крылова Е.В., Солтынская И.В., Гордеева В.Д., Тимофеева И.А., Кирсанова Н.А., Богомазова А.Н., Иванова О.Е. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛНОГЕНОМНОГО СЕКВЕНИРОВАНИЯ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕФЕРЕНТНЫХ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ФГБУ «ВГНКИ»	62
Кудинова Е.А., Холина А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМИРОВАННОСТИ ЖЕНЩИН О ТОКСОПЛАЗМОЗЕ	66
Новак А.И., Новак М.Д., Мыськова В.А., Клейменова Ю.Ю., Ковалева М.В. ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ПИТОМНИКЕ СОБАК ГОРОДА РЯЗАНИ	70
Сурodeйкина Е.А., Художиткова М.Д., Гаврилова К.А. ПРОФИЛАКТИКА И ДИАГНОСТИКА ОСТРОГО БАКТЕРИАЛЬНОГО МЕНИНГИТА В НЕОНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД	72
Хабарова В.А., Вашукова К.С. АКТУАЛЬНОСТЬ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В РАЗРАБОТКЕ НОВЫХ МЕДИЦИНСКИХ ПРЕПАРАТОВ	75
СЕКЦИЯ 3. МИКРОБИОЛОГИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ БИОТИЧЕСКОЙ И АБИОТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ	79
Айтенев И.С., Бозоров Т.А., Тошматов З. О, Очилов Б.О., Меликузиев Ф.А., Исокулов М.З, Бегматов Ж. Т. ОПИСАНИЕ ЛИПОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ ПРИАРАЛЬЯ	79
Айтенев И.С., Бозоров Т.А., Тошматов З. О., Меликузиев Ф.А., Исокулов М.З. ВЫДЕЛЕНИЕ БАКТЕРИЙ-АНТАГОНИСТОВ ПРОТИВ ФИТОПАТОГЕННОЙ R. SOLANI ИЗ ОСТРОВНЫХ ПОЧВ	81
Ахамуэфуле К.Ч., Майорова Е.А., Малева М.Г. ВЛИЯНИЕ Zn-СОЛЮБИЛИЗИРУЮЩИХ И СИДЕРОФОР ПРОДУЦИРУЮЩИХ RGP-РИЗОБАКТЕРИЙ НА РОСТ МИКРОЗЕЛЕНИ ГОРЧИЦЫ	83
Бубнова А.И. ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ К АНТИСЕПТИКАМ БАКТЕРИЙ- КОНТАМИНАНТОВ ПОВЕРХНОСТЕЙ УЧЕБНЫХ АУДИТОРИЙ	87
Еремеева С.В., Сопрунова О.Б., Бареева А.Ш. АНТИФУНГАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ РИЗОСФЕРНЫХ БАКТЕРИЙ В ОТНОШЕНИИ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ РОДА ALTERNARIA	90

Зайнитдинова Л.И., Жураева Р.Н., Косимов Д.И., Лазутин Н.А., Мавжудова А.М., Акиншина Н.Г. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЯЕМЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА МИКРОФЛОРУ ПОЧВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ СЕЛЬХОЗЦЕЛЕЙ	94
Лазутин Н.А., Зайнитдинова Л.И., Эргашев Р.Б., Хегай Т.Б. КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ МИКРОБИОМА ДОЖДЕВОЙ ВОДЫ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗАЦИИ	97
Лысенко М.Е., Богатыренко Е.А., Ким А.В. ПОИСК БАКТЕРИЙ, СПОСОБНЫХ К ОКИСЛЕНИЮ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА	101
Реут Е.С., Палагутина Е.Е., Самков А.А., Волченко Н.Н., Моисеева Е.В., Карасева Э.В., Круглова М.Н., Худокормов А.А. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВНЕСЕНИЯ КЛЕТОК <i>ESCHERICHIA COLI</i> XL-1, СОДЕРЖАЩИХ ПЛАЗМИДНЫЕ ВЕКТОРЫ PTURBO GFP-B, TURBO RFP-B И TURBOYFP-B, В ПРИРОДНЫЕ СРЕДЫ НА АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ МИКРОБИОЦЕНОЗА В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ	103
Реут Е.С., Палагутина Е.Е., Круглова М.Н., Волченко Н.Н., Худокормов А.А., Самков А.А. ОЦЕНКА БИОРАЗНООБРАЗИЯ АНАЭРОБНЫХ МИКРОБИОЦЕНОЗОВ ЧЕРЕЗ АНАЛИЗ ИХ ЭЛЕКТРОГЕННОЙ АКТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ИМИДАКЛОПРИДОМ	105
Шальнева А.С. ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗЛОЖЕНИЯ МИЦЕЛИЯ НЕСОВЕРШЕННЫХ ГРИБОВ	107
Шеховцова Н. В., Мельников Д.Д., Козлова В.А. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРУДОВ МАУ «ЯРОСЛАВСКИЙ ЗООПАРК» ПО ДИНАМИКЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ И САНИТАРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД	109
Ширяев Г.И., Тугбаева А.С., Воропаева О.В. ВЫДЕЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ШТАММОВ RGP-РИЗОБАКТЕРИЙ ИЗ СУБСТРАТА ГЕЛОФИТА <i>ТУРНА LATIFOLIA L.</i> , ПРОИЗРАСТАВШЕГО НА ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ	112

СЕКЦИЯ 4. ТРАДИЦИОННЫЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ МИКРОБИОЛОГИИ **116**

Евдокимова О.В., Новак А.И., Захарова О.А. **116**
ОСОБЕННОСТИ ЛЕКЦИИ КАК ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Захарова О.А. **118**
НА ПОРОГЕ ТАЙНЫ: ЗИНАИДА ВИССАРИОНОВНА ЕРМОЛЬЕВА

Захарова О.А., Подоляк М.А. **122**
ИННОВАЦИИ В ПРЕПОДАВАНИИ МИКРОБИОЛОГИИ

Канина И.В., Гусева Т.М., Коноплева В.И., Евдокимова О.В., Головина Н.А., Мыськова В.А. **125**
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ НА КАФЕДРЕ МИКРОБИОЛОГИИ, КАК МАРКЕРА УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ БАЗОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Рахимжанова Ф.С., Разакова Н.Г. **127**
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ И ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ КЛИНИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ

СЕКЦИЯ 5. МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В РЕШЕНИИ АКТУАЛЬНЫХ ВОПРОСОВ МИКРОБИОЛОГИИ **130**

Захарова О.А., Шкурина Л.А. **130**
ПОРАЖАЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

Пантелеев Д.С., Яковлев М.В. **133**
ОСОБЕННОСТИ МИКРОБНОГО СОСТАВА ПРОТЕЗНОГО ЛОЖА ПРИ ВОСПАЛЕНИИ МЯГКИХ ТКАНЕЙ ПАРОДОНТА

Петренко А.В. **135**
ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В РАЗВИТИИ КАРДИОМИОПАТИЙ У ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА

Рахимжанова Ф.С., Разакова Н.Г. **138**
ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПРИ УМСТВЕННОЙ НАГРУЗКЕ СТУДЕНТОВ НА ЗАНЯТИЯХ ПО МИКРОБИОЛОГИИ

Чашина В.И., Прощенко Д.А. **140**
ОСЬ МИКРОБИОТА-КИШЕЧНИК-МОЗГ И НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ: БОЛЕЗНЬ ПАРКИНСОНА

СЕКЦИЯ 1. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В МИКРОБИОЛОГИИ

МИКРОБИОТА КИШЕЧНИКА: СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Алфимова Д.В.

**Научный руководитель: Котелевец Е.П., кандидат медицинских наук
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени
академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Рязань, Россия**

Введение. В последнее время в научном мире все чаще можно услышать мнение исследователей о взаимосвязи между численным и видовым составом микробиоты кишечника и развитием некоторых функциональных нарушений и патологий. Так, в результате многочисленных исследований выявлена корреляция между количественным и качественным изменением микрофлоры кишечника и развитием аллергических реакций, сердечно – сосудистых заболеваний (ССЗ), атеросклероза, метаболических нарушений, сахарного диабета II типа, ожирения, нарушением психоэмоциональной сферы, в частности склонности к тревожным и депрессивным расстройствам, снижением уровня антиинфекционной резистентности.

Материалы и методы. С целью выявления факторов, играющих роль при корреляции изменений микробиоты кишечника и развитием некоторых неинфекционных нарушений нами было проведено изучение отечественных и зарубежных источников литературы, отражающих результаты клинических исследований и практических работ по базам данных eLibrary и PubMed.

Результаты и обсуждение. В обеспечение функций микробиоты кишечника значительный вклад вносят представители нормобиоты, источником питания которых являются сложнуглеводные продукты, такие как бобовые, цельные злаки и цельнозерновые макароны твердых сортов, крупы, зеленые овощи, семена, отруби, бурый и черный рис. Полисахариды, входящие в состав данных продуктов, являются субстратами для питания сахаролитической флоры, производящий короткоцепочечные жирные кислоты (КЦЖК), в частности масляную кислоту (бутират натрия). Масляная кислота является метаболитом Грам + флоры (эубактерии, пептострептококки, фузобактерии, непатогенные клостридии) и служит основным источником энергии для колоноцитов (обеспечивает 70% их потребности в энергии), поддерживает целостность и обновление мукозного слоя кишечника. Недостаточная продукция масляной кислоты приводит к возникновению повышенной проницаемости кишечника (ППК), появление которой может иметь значение в развитии некоторых хронических заболеваний неинфекционного генеза. Бутират натрия оказывает противовоспалительное действие, влияет на деконъюгацию желчных кислот, уменьшает уровень холестерина, снижает риск ожирения и ССЗ.

Заключение. Таким образом, анализируя данные о связи некоторых функциональных нарушений с особенностями качественного и количественного состава микробиоты кишечника, существенным аспектом для поддержания оптимального количественного и качественного состава нормобиоты являются сложнуглеводные продукты, употребление которых поддерживает целостность мукозного слоя кишечника.

Библиографический список

1. Воловникова В.А., Котрова А.Д., Иванова К.А., и др. Роль кишечной микробиоты в развитии ожирения. *Juvenis scientia* 2019, 6: 4-10. DOI: 10.32415/jscientia.2019.06.01
2. Дзгоева Ф.Х., Егшатын Л.В. Кишечная микробиота и сахарный диабет типа 2. *Эндокринология: новости, мнения, обучение*. 2018, 7(3): 55-63. doi: 10.24411/2304-9529-2018-13005.
3. Комарова О.Н., Хавкин А.И. Взаимосвязь стресса, иммунитета и кишечной микробиоты. *Педиатрическая фармакология*. 2020, 17 (1): 18-24. doi: 10.15690/pf.v17i1.2078.
4. Aya V, Flórez A, Perez L, Ramírez JD. Association between physical activity and changes in intestinal microbiota composition: A systematic review. *PLoS One*. 2021,16(2):e0247039. doi: 10.1371/journal.pone.0247039. PMID: 33630874, PMCID: PMC7906424.
5. Biagi E, Nylund L, Candela M, Ostan R, Bucci L, Pini E, Nikkila J, Monti D, Satokari R, Franceschi C, Brigidi P, De Vos W. Through ageing, and beyond: gut microbiota and inflammatory status in seniors and centenarians. *PLoS One*. 2010, 5(5): e10667. doi: 10.1371/journal.pone.0010667. Erratum in: *PLoS One*. 2010, 5(6). doi: 10.1371/annotation/df45912f-d15c-44ab-8312-e7ec0607604d. PMID: 20498852, PMCID: PMC2871786.

СЕРОПОЗИТИВНОСТЬ К *HELICOBACTER PYLORI* У ПАЦИЕНТОВ С СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫМИ ПАТОЛОГИЯМИ

Булатов Н.А., Бажанова А.Д.

Научный руководитель: Канина И.В.

**ФГБОУ ВО «Рязанский Государственный медицинский университет имени
академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Рязань, Россия**

Введение. Сердечно-сосудистые патологии с тяжелым сочетанным атеросклеротическим поражением сосудов считаются основными причинами смертельных исходов во многих экономически развитых странах [1, 3]. Изучение этиопатогенеза, аспектов диагностики и профилактики данной патологии - важная задача современной медицины. Воспалительные изменения эндотелия коронарных сосудов зачастую ассоциированы с бактериальными и вирусными патогенами [Ошибка! Источник ссылки не найден.2, 3] Данный факт объясняется присутствием ДНК возбудителей в толще атеросклеротических бляшек [3]. Метаболические модификации, сопровождающие *Helicobacter pylori*-инфекцию, сопровождаются изменением профиля триглицеридов и общего холестерина сыворотки крови, что в значительной мере повышают риски развития атеросклероза [1Ошибка! Источник ссылки не найден.].

Цель исследования: оценить частоту встречаемости серопозитивных реакций к *Helicobacter pylori* у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС).

Материалы и методы. Клинико-лабораторные исследования проводились на базе Красногорской городской больницы совместно с медицинским персоналом и ординаторами отделения. Всего в исследование были включены 140 пациентов (n=140),

госпитализированных в стационар лечебного учреждения, из них 100 человек с ИБС и 40 клинически здоровых человек (контрольная группа). Средний возраст больных с ИБС составлял $57,2 \pm 9,2$. Контрольная группа обследуемых состояла из пациентов обоих полов в возрасте до 75 лет с отсутствием гастроэнтерологических патологий, острых коронарных состояний и хронических тяжело протекающих заболеваний в анамнезе. Все обследуемые были ознакомлены с ходом исследования и подписали добровольные соглашения на проведение соответствующих манипуляций.

Количественное определение серопозитивных реакций у всех пациентов к *Helicobacter pylori* производили методом твердофазного иммуноферментного анализа (автоматическая тест-система [EIA-3484] *Helicobacter pylori* IgG ELISA). Статистическая обработка проводилась с использованием программного обеспечения Statistica 8.0 (StatSoft, Inc.).

Результаты и обсуждение. В зависимости от течения ИБС были сформированы группы сравнения, включающие пациентов со стабильной стенокардией напряжения (ССН, $n=63$) и с острым коронарным синдромом (ОК, $n=63$). Обе группы находились в стандартных условиях стационара и получали соответствующую патогенетическую терапию.

Среди пациентов первой группы: серопозитивные реакции выявлены у $46,03 \pm 6,28\%$ обследуемых. Во второй группе процент серопозитивных реакций колебался от $18,18 \pm 6,71\%$ до $24,24 \pm 7,46\%$ обследуемых.

У всех пациентов, включенных в исследование, ИБС наиболее часто сочеталась с артериальной гипертензией и хроническим гастритом. При проведении сравнительного анализа данных анамнеза больных в зависимости от течения ИБС значимых различий показателей между пациентами с ОКС и ССН не обнаружено ($p \leq 0,05$).

Результаты данного исследования определили прямую зависимость между наличием ишемических патологий у пациентов и гастродуоденальными заболеваниями. При этом гастродуоденальные патологии могут служить факторами неблагоприятного течения и исходов ИБС. Формирование полноценных иммунных комплексов в ходе развития *Helicobacter pylori*-инфекции является маркером локальных деструктивных изменений в желудочно-кишечном тракте, а количественные вариации значений уровня титров IgG к *Helicobacter pylori* позволяют оценить степень и интенсивность воспалительных процессов в организме человека. Определение серопревалентности к *Helicobacter pylori* населения, страдающего ишемическими поражениями сердечно-сосудистой системы, позволяет оценить истинную распространенность данной патологии среди обследуемых лиц.

Библиографический список

1. Игнатьева Т.П., Тувалева Л.С., Курамшина О.А. Заболевания желудочнокишечного тракта как фактор риска развития ишемической болезни сердца // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2004. №1. С.122.
2. Diagnosing and managing unstable angina / E. Braunwald, R.H. Jones, D.B. Mark [et al.] // Agency for Health Care Policy and Research Circulation. 1994. №90. С. 613-622.
3. Павлов О.Н. *Helicobacter pylori*-ассоциированное воспаление у больных с острым коронарным синдромом // Клинист. 2011. Т. 5, № 3. С. 43-49.

ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ БАКТЕРИЙ К ФАГАМ

Веремеенко С.Ю.

Научный руководитель: Новак Александра Ивановна, доцент, доктор биологических наук
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика
И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Россия, г. Рязань

Введение. Широкое и бесконтрольное применение антибактериальных препаратов не только в медицине, но и в сельском хозяйстве, животноводстве, пищевой промышленности привело к распространению мультрезистентных штаммов бактерий, устойчивых к наиболее распространенным антибиотикам. В поисках альтернативных стратегий контроля бактериальной инфекции все чаще обращают внимание на фаготерапию. Сторонники такой терапии выделяют несколько основных преимуществ, которые имеют фаги по сравнению с антибиотиками: специфичность, саморазмножение, способность к разрушению микробных биопленок и безвредность для человеческого организма.

Применение бактериофагов *in vitro* не только препятствует формированию биопленок, но приводит к полному уничтожению биопленок, образованных бактериями *Listeria monocytogenes*, *P. aeruginosa* и *Staphylococcus epidermidis* [7].

Наконец, принцип действия фагов отличается от принципа действия антибиотиков, поэтому их обычно не затрагивают механизмы антибиотикорезистентности бактерий. Также фаги способствуют ресенсибилизации (восстановлению чувствительности) бактерий к антибиотикам за счет появления новых мутаций. Формирование резистентности к фагам приводит к утрате генов устойчивости бактерий к антибиотикам, и в итоге к снижению вирулентности бактерий и минимальной ингибирующей концентрации антибиотиков [1].

Бактерии обладают особым «противовирусным иммунитетом» – системой CRISPR-Cas. Для борьбы с антибиотикорезистентностью эту систему встраивают в генотип умеренного бактериофага, в результате чего она будет прицельно уничтожать гены бактерии, связанные с устойчивостью к антибиотикам, что одновременно это повышает устойчивость к литическим фагам. С помощью умеренных фагов в бактерию можно вводить и гены, которые сами сделают ее чувствительной к антибиотику [8].

Также стоит сказать, что бактериофаги применяются не только в лечебной, но и в лабораторно-диагностической практике для идентификации и фаготипирования бактерий. Возможность фагоиндикации основана на специфичности действия бактериофагов, которая позволяет дифференцировать не только отдельные виды, но и серологически неотличимые штаммы в пределах одного вида.

Тем не менее, бактерии выработали механизмы устойчивости и к фагам, поэтому для каждого нового бактериального штамма может потребоваться конкретный специфический фаг, что возможно, так как фаги обильно присутствуют в природе и могут быть легко выделены и полностью охарактеризованы.

Бактериофаги можно разделить на две группы по типу жизненного цикла: вирулентные (литические) и умеренные. Бактерии преимущественно выработали разные стратегии предотвращения инфицирования вирулентными фагами [1, 9, 12, 14].

Материалы и методы. В работе использован аналитический метод. Анализ научных статей позволил выяснить механизмы резистентности бактерий к фагам, распространение этого явления у разных видов бактерий и способы преодоления резистентности.

Кроме того на кафедре микробиологии выполнены исследования чувствительности разных штаммов *Staphylococcus aureus*, выделенных от студентов РязГМУ, к Секстафагу.

Штаммы *S. aureus* выделяли на желточно-солевом агаре. Чувствительность к фагу определяли методом агаровых слоев.

Результаты и обсуждение. Бактерии за время взаимодействия с фагами выработали различные механизмы резистентности: предотвращение адсорбции фага, предотвращение проникновения фаговой ДНК, деградация фаговых нуклеиновых кислот, прерванный инфекционный процесс.

Наиболее распространенные формы фаговой устойчивости – профилактика адсорбции за счет точечных мутаций, а также изменений экспрессии генов, кодирующих рецепторы, с которыми связываются фаги [2].

Помимо изменения поверхностных рецепторов, резистентность может быть также достигнута за счет выработки внеклеточного матрикса, важной составляющей бактериальной биопленки, которая обеспечивает физический барьер между фагами и их рецепторами. Некоторые фаги эволюционировали для распознавания полимеров, которые содержат внеклеточный матрикс, и разрушения их [14].

Другие бактерии предотвращают проникновение фаговой ДНК с помощью защитных белков. Самым важным из последних открытий явилось обнаружение системы CRISPR/Cas, которая функционирует как бактериальная приобретенная иммунная система, запоминая вирусный генетический материал для предотвращения потенциальных попыток заражения.

Система исключения фагов (BREX) и варианты прокариот – «Argonaute» были обнаружены совсем недавно, они действуют как барьер для поглощения и репликации чужеродных ДНК. Последним средством механизмов бактериальной устойчивости является «абортная» инфекционная система. Эта система ведет к смерти инфицированных бактерий-хозяев, тем самым предотвращая размножение фагов и дальнейшую инфекцию для других бактерий [11, 13].

В ходе анализа литературы выявлены грамположительные и грамотрицательные бактерии, устойчивые к фагам, в частности *Escherichia coli* K-12, устойчивые к инфекции фагом T7 [10, 15].

В ходе исследования был обнаружен ряд несинонимичных мутаций в генах регуляторного Rcs каскада (регулятор биосинтеза капсул), активация которого необходима для выживания энтеробактерий в стрессовых условиях окружающей среды, при повреждении мембран или пептидогликанового слоя и при воздействии антибиотиками [9].

Обнаруженная точечная мутация привела к активации Rcs-каскада, способствовавшей повышенному биосинтезу колановой кислоты. За счет этого клетки приобрели капсулу, которая стала физическим барьером между бактериофагами и рецепторами, необходимым фагам для начала инфекции и локализующихся на внешней мембране бактерий. В итоге физическая изоляция фаговых рецепторов привела к блокировке адсорбции фаговых частиц к поверхности клетки, а значит позволила *E. coli* приобрести резистентность к фагу T7 [12].

Определение чувствительности к фагам можно выполнить разными методами. Метод Фюрта используется для определения чувствительности микроорганизмов к известному или исследуемому бактериофагу. Метод Фишера используется для идентификации неизвестных бактерий с помощью различных известных фагов. Метод Отто (метод стекающей капли) используется для идентификации неизвестных бактерий с помощью известных диагностических фагов. При соответствии фага и бактерий в месте нанесения и стекания капли диагностического фага наблюдается отсутствие роста культуры.

Использованный в научных исследованиях в РязГМУ метод агаровых слоев позволяет оценить не только эффективность в отношении разных штаммов *S. aureus*, но и определить концентрацию стафилококкового фага в комплексном препарате Секстафаг.

В 1 мл препарата Секстафаг содержатся стерильные очищенные фильтраты фаголизатов бактерий *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Proteus* (*P. vulgaris*, *P. mirabilis*), *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, энтеропатогенных *Escherichia coli* (с активностью по Апфельману – не менее 10^{-5}).

Метод агаровых слоев по Грация заключается в определении количества негативных колоний, образовавшихся на питательной среде Мюллера-Хинтона, из 1,0 мл Секстафага при его культивировании совместно с разными штаммами золотистого стафилококка.

Посевы показали, что концентрация стафилококкового бактериофага соответствует заявленной в инструкции к препарату (рис.).

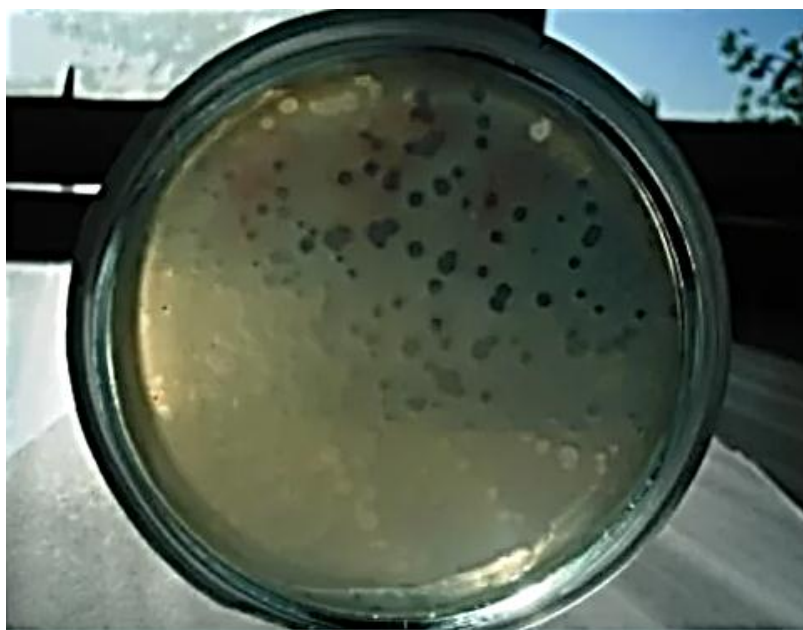


Рис. Определение чувствительности выделенных штаммов *S. aureus* к Секстафагу методом агаровых слоев.

В исследовании принимали участие 25 студентов-добровольцев лечебного факультета. Штаммы стафилококков выделяли из верхних дыхательных путей.

Таблица – Определение эффективности Секстафага к выделенным штаммам *S. aureus*

Порядковый номер группы студентов	Количество выделенных штаммов	Количество чувствительных штаммов	% чувствительных штаммов
1	9	5	55,6
2	9	7	77,8
3	7	7	100
Всего	25	19	76

В ходе исследований установлено, что 76 % выделенных от студентов штаммов стафилококков оказались чувствительными к Секстафагу. Причем в разных группах студентов чувствительность значительно варьировала: от 55,6 до 100 %.

Для определения причин устойчивости к бактериофагам необходимо проводить генетические исследования. Работа в этом направлении продолжается.

В случае выявления устойчивости выделенного от пациента штамма к стандартному фагу, необходим индивидуальный подход.

Для преодоления устойчивости бактерий к бактериофагам необходимо выделять фаги, эффективные против конкретных клинических изолятов из биотопа, в котором микроорганизмы локализуются в организме человека или из окружающей среды.

Разным исследователям удалось получить бактериофагов против цитробактера и возбудителей псевдотуберкулеза из внешней среды, туляремиальных и легионеллезных фагов – из органов лабораторных животных. Эти фаги могут успешно применяться пациентам. Аналогичные подходы применяются в медицине и ветеринарии.

Материалом для выделения цитробактерных фагов послужили: почва из загонов для лошадей и других мест, вода открытых водоемов (р. Волга), сточные воды, песок песочниц. В результате исследований семи проб объектов окружающей среды удалось выявить 4 изолята фагов [3].

Псевдотуберкулезные фаги выделены из сточных вод свиноводческих и молочно-товарных ферм, птицефабрик, больниц, фекалии больных телят и поросят, взятых в хозяйствах и населенных пунктах Ульяновской и Самарской областей. В результате проведенных исследований было выделено 7 изолятов бактериофагов *Y. pseudotuberculosis* [4].

Туляремиальный бактериофаг выделен из органов морских свинок методом обогащения с «подсевом», инфицированных живой культурой туляремиального вакцинного штамма № 15 линии НИИЭГ. Выделение «чистой» линии бактериофага проводили путем многократных пересевов из изолированных НК без признаков вторичного роста бактерий. В результате проведенных исследований впервые выделен штамм туляремиального бактериофага, обладающий специфической литической активностью в отношении *F. tularensis* и основных видов болезни легионеров. Бактериофаг депонирован в коллекции фагов ФГУ «48 ЦНИИ Минобороны России» под обозначением ГАЛ [5].

Легионеллезный бактериофаг выделен из органов морских свинок, инфицированных сублетальной дозой культуры легионелл штамма Филадельфия-1, методом обогащения с «подсевом» [6].

Заключение. Устойчивость бактерий к фагам включает в себя модификацию рецепторов фаговой поверхности на бактериальной клетке, интеграцию генома фага в геном бактерий и потерю генов, специфичных для репликации или сборки фага.

Устойчивость к фагам приобрели бактерии, постоянно циркулирующие в популяции, часто являющимися госпитальными штаммами: синегнойная палочка, золотистый стафилококк, диареогенные кишечные палочки, *Pseudomonas fluorescens* SBW65, *Salmonella enterica* и другие.

Фаги, эффективные против конкретных клинических изолятов бактерий, можно выделить из биотопа, в котором микроорганизмы локализуются в организме человека или из внешней среды.

Библиографический список

1. Перепанова Т.С., Казаченко А.В., Хазан П.Л., Малова Ю.А. Терапевтическое применение бактериофагов: назад в будущее // Клиническая микробиология и антимикробная химия. 2021. Т. 23. № 1. С. 55-64. DOI: 10.36488/cmac.2021.1.55-64.

2. Аксенов Р.Г., Комиссарова А.В., Скутель М.А., Исаев А.Б. Анализ геномных вариантов клеток *Escherichia coli* K-12, устойчивых к инфекции фагом T7 // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2023. № 2. С. 3-12.
3. Васильев Д.А., Пульчеровская Л.П., Золотухин С.Н. Бактериофаги рода *Citrobacter* // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 3. С. 40-44.
4. Катмакова Н.П., Золотухин С.Н., Васильев Д.А. Поиск и селекция псевдотуберкулезных бактериофагов // Ветеринарная медицина. 2009. № 4. С. 19-20.
5. Выделение и свойства туляремиального бактериофага ГАЛ1 / А.А. Григорьев, И.В. Борисевич, И.В. Дармов, В.П. Бондарев, С.Л. Кузнецов, А.В. Миронин, И.П. Погорельский, А.В. Летаров, Е.Е. Куликов, А.А. Маныкин // Проблемы особо опасных инфекций. 2008. Вып. 98. С. 33-36.
6. Григорьев А.А., Пименов Е.В., Дармов И.В. и др. Легионеллезный бактериофаг НИИМ. Диплом на открытие №369, выд. МААНОиИ 2008, рег. номер 462.
7. Назаров П.А. Альтернативы антибиотикам: литические ферменты бактериофагов и фаговая терапия // Вестник РГМУ. 2018. №1. С. 5-15. DOI: 10.24075/vrgmu.2018.002.
8. На два фронта: как фаги и антибиотики усиливают друг друга // Режим доступа: <https://naked-science.ru/article/column/na-dva-fronta-kak-fagi-i-antibiotiki-usilivayut> - Свободный. Дата обращения 16.04.2024 г.
9. Bernheim A., Sorek R. The pan-immune system of bacteria: antiviral defence as a community resource. *Nature Reviews Microbiology*. 2020, V. 18, Is. 2, pp. 113–119. DOI: 10.1038/s41579-019-0278-2
10. Ferrières L., Aslam S.N., Cooper R.M., Clarke D.J. The *yjbEFGH* locus in *Escherichia coli* K-12 is an operon encoding proteins involved in exopolysaccharide production. *Microbiology*. 2007, V. 153, Is. 4, pp. 1070–1080. DOI: 10.1099/mic.0.2006/002907-0
11. Fillol-Salom A., Miguel-Romero L., Marina A., Chen J., Penadés J.R. Beyond the CRISPR-Cas safeguard: PICI-encoded innate immune systems protect bacteria from bacteriophage predation. *Current Opinion in Microbiology*. 2020, V. 56, pp. 52–58. DOI: 10.1016/j.mib.2020.06.002
12. Hansen M.F, Svenningsen S.L., Røder H.L., Middelboe M., Burmølle M. Big impact of the tiny: bacteriophage –bacteria interactions in biofilms. *Trends in Microbiology*. 2019, V. 27, Is. 9, pp. 739–752. DOI: 10.1016/j.tim.2019.04.006
13. Radi M.S, Munro L.J., Salcedo-Sora J.E., Kim S.H., Feist A.M., Kell D.B. Understanding functional redundancy and promiscuity of multidrug transporters in *E. coli* under lipophilic cation stress. *Membranes*. 2022, V. 12, Is. 12, article 1264. DOI: 10.3390/membranes12121264
14. Stone E., Campbell K., Grant I., McAuliffe O. Understanding and exploiting phage–host interactions. *Viruses*. 2019, V. 11, Is. 6, article 567. DOI: 10.3390/v11060567
15. Wang C., Zhang H., Wang J., Chen S., Wang Z., Zhao L., Wang X. Colanic acid biosynthesis in *Escherichia coli* is dependent on lipopolysaccharide structure and glucose availability. *Microbiological Research*. 2020, V. 239, article 126527. DOI: 10.1016/j.micres.2020.126527

ПАТОЛОГИИ, АССОЦИИРОВАННЫЕ С ГРИБАМИ *CANDIDA NON-ALBICANS*

Гусева Т.М., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,¹

Байдова Н.В., кандидат технических наук, доцент²

¹ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

²Федеральное казенное образовательное учреждение высшего образования «Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний»,
г. Рязань, Россия

Введение. Заболевания, вызываемые грибами рода *Candida*, имеют клинику, обладающую значительной широтой проявлений. Кандидозы регистрируются как в виде локальных поражений кожи и слизистых оболочек, так и в виде полиорганного поражения, приводящего к летальному исходу.

Материалы и методы. Проведены аналитический разбор и систематизация актуальных исследований, посвященных кандидозам, вызванным различными видами грибов рода *Candida*.

Результаты и обсуждение. Род *Candida* включает большое количество видов, из которых основными патогенами, имеющими значение, являются десять, обладающие различной частотой высеваемости из клинического материала (табл. 1).

Таблица 1 – Виды грибов рода *Candida* – возбудители кандидозов

Основные возбудители	Редкие возбудители
<i>Candida albicans</i>	<i>Candida kefyr</i>
<i>Candida krusei</i>	<i>Candida guilliermondii</i>
<i>Candida tropicalis</i>	<i>Candida famata</i>
<i>Candida parapsilosis</i>	<i>Candida auris</i>
<i>Candida glabrata</i>	<i>Candida lusitanae</i>

В последнее время регистрируются случаи заболеваемости кандидозами, вызванными так называемыми видами *Candida non-albicans*, чему способствует нерациональное использование противогрибковых препаратов различных классов.

Candida auris – вид, зарегистрированный более 10 лет назад, причина инвазивных поражений и катетер-ассоциированных инфекций с уровнем смертности, достигающим 60%. Согласно данным, приведенным в работе Rhodes J. и Fisher M., данный возбудитель ассоциирован с инфекциями мочевыводящих путей, отитом, хирургическими раневыми инфекциями, миокардитом, менингитом и раневыми инфекциями.

C. krusei - причина полирезистентных инвазивных кандидозов на фоне нейтропении, способствует значительному увеличению летальных исходов у пациентов хирургического профиля.

C. glabrata – патоген, способный к образованию биопленок. Занимает ведущее место среди грибов рода *Candida* как возбудитель эндокардита и инфекций урогенитального тракта, особенно у пациентов с сахарным диабетом. Кандидозы, вызванные данным видом, по сравнению с другими возбудителями, чаще заканчиваются летальным исходом. *C. glabrata*

чаще поражает пожилых пациентов профиля абдоминальной хирургии, а также людей, инфицированных вирусом иммунодефицита человека.

C. tropicalis - возбудитель хронических поражений желудочно-кишечного тракта с развитием некротических изменений, преимущественно у пациентов на фоне иммунодефицитов и злокачественных поражений системы крови. Способен вызывать остеомиелит и инвазивный кандидоз после трансплантации костного мозга. При длительном лечении антибиотиками и стероидными препаратами может стать причиной кандидоза слизистой полости рта у иммунокомпрометированных лиц.

C. parapsilosis часто является причиной кандидемии у детей и взрослых - пациентов отделения реанимации и интенсивной терапии после нейрохирургического вмешательства. Потенциально опасен для больных, питающихся парентерально.

C. dubliniensis вызывает патологии как на фоне иммуносупрессии, так и вне ее: вульвовагинит, эндофтальмит, орофарингеальный кандидоз. Практически не вызывает диссеминированный кандидоз.

C. guilliermondii (*Meyerozyma guilliermondii*) – основной этиологический фактор ониомикоза. Инвазивный кандидоз вызывает у пациентов, перенесших операции по поводу сердечно-сосудистой патологии, а также у онкобольных.

C. famata (*Debaryomyces hansenii*)- причина кандидурии, сепсиса, респираторного дистресс-синдрома у недоношенных детей, у взрослого контингента может быть причиной хронического аденоидита и эндофтальмита, вульвовагинальный кандидоз вызывает редко.

C. kefyr (*Kluyveromyces marxianus*) – возбудитель грибковых поражений ЛОР-органов, может вызвать кандидемию у пациентов с лимфопролиферативными неопластическими заболеваниями.

C. lusitaniae – проникает в организм в основном экзогенно. Поражает слизистые оболочки полости рта, женских гениталий, вызывает хронический кандидоз у больных муковисцидозом [1 - 4].

Заключение. Микозы, вызванные грибами *Candida non-albicans*, являются значимой проблемой для практического здравоохранения. Кандидозы особенно опасны для недоношенных детей, пациентов с иммунодефицитами различного происхождения, онкогематологических больных.

Библиографический список

1. Gong J. et al. Genetic Differentiation, Diversity, and Drug Susceptibility of *Candida krusei* // Front. Microbiol. 2018. Vol. 9. Article 2717.
2. Klingspor L. et al. Invasive *Candida* infections in surgical patients in intensive care units: a prospective, multicentre survey initiated by the European Confederation of Medical Mycology (ECMM) (2006–2008) // Clin Microbiol Infect. 2015. Vol. 21. Issue 1. P. 1–87.
3. Kothavade R.J. et al. *Candida tropicalis*: its prevalence, pathogenicity and increasing resistance to fluconazole // J Med Microbiol. 2010. Vol. 59 (Pt 8). P. 873-880.
4. Rhodes J., Fisher M. C. Global epidemiology of emerging *Candida auris* // Current Opinion in Microbiology. 2019. Vol. 52. P. 84-89.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕЗИНФЕКТАНТА РАПИСАЙД ДЛЯ ДЕКОНТАМИНАЦИИ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИХ ТОНОМЕТРОВ

**Евдокимова О.В., кандидат медицинских наук, доцент, Котелевец Е.П., кандидат
медицинских наук, Бирюков В.В., кандидат медицинских наук, Санкин А.В.
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика
И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Рязань, Россия**

Введение. Распространение инфекций в стационаре офтальмологического профиля происходит не только естественными механизмами передачи возбудителей, но и искусственно созданными при оказании лечебно-диагностической помощи [3]. Прямой контакт офтальмологических устройств с конъюнктивой способствует риску перекрестного инфицирования пациентов РНК- и ДНК-содержащими вирусами, в том числе и возбудителями инфекций с парентеральным механизмом передачи [4]. Цель настоящего исследования оценить противовирусную активность препарата Раписайд для выбора оптимальной экспозиции использования данного соединения для дезинфекции глазного тонометра.

Материалы и методы. Определение противовирусной активности дезинфектанта Раписайд проводили в соответствии с нормативными документами [1]. Раписайд двухкомпонентное дезинфицирующее средство, содержащее комбинацию двух действующих веществ надуксусной кислоты и перекиси водорода для ручной и автоматической дезинфекции с широким спектром антимикробной активности. В качестве тест-вируса использовали РНК-содержащий вакцинный штамм Sabin (LSc-2ab), культивированный на культуре клеток Нер-2. Для оценки антимикробной эффективности Раписайда искусственно контаминированные рабочие части тонометра погружали в раствор дезинфектанта полностью на 5 10 и 15 минут. Для получения вирусной суспензии исходный вирус размножали в культуре клеток Нер-2. Клеточный детрит удаляли центрифугированием при скорости 1000 оборотов в течение 5 минут. В качестве вирусной суспензии использовали не разведенную культуральную жидкость после удаления клеточного детрита. Монослой культуры клеток Нер-2 получали в полистероловых планшетах в течение 72 часов при $36\pm 1^{\circ}\text{C}$ в CO_2 инкубаторе.

Результаты и обсуждение. Определение антимикробной активности химических соединений основано на сравнении количества жизнеспособных форм микроорганизмов до и после воздействия дезинфектанта в течение определенного времени. Отсутствие у вирусов способности размножаться на искусственных питательных субстратах, исследование активности дезинфектантов против вирусов делает технически более сложный и трудоемкой задачей. Поэтому оценку антимикробной активности Раписайда проводили в два этапа. На первом этапе определяли инфекционную дозу вируса по максимальному разведению вирусной суспензии, вызывающему цитопатическое действие на культуру клеток в 50% лунок с инфицированным монослоем культуры клеток (ТЦПД_{50}). Дозу рассчитывали методом Рида и Менча по специальной формуле [2]. Разведение вирусной нагрузки, способное вызвать гибель 50% культуры клеток равнялось $10^{-6,23}$. Таким образом, титр вируса или исходная вирусная суспензия содержала $10^{6,23}$ доз или, другими словами, одна ТЦД_{50} , соответствовала разведению вирусной суспензии $10^{-6,23}$.

На 2-м этапе определяли противовирусную активность дезинфицирующего средства. После 10 и 15 минут экспозиции тонометра в дезинфицирующем средстве, инфицирующая доза вируса на поверхности тонометра отсутствовала, что выражалось в отсутствии цитопатического действия на культуру клеток. При экспозиции Раписайда в течение 5 минут биологический эффект выявлен при разведении вирусной суспензии в 10 и 100 раз (табл.1). Степень снижения вирусной инфекционности вычисляли по разнице титров вируса до и после обработки, используя аналогичную формулу в методе Рида и Менча.

Таблица 1 – Определение инфекционной дозы тест-вируса после экспозиции в течение 5 минут

Разведение вирусной суспензии	Количество биологических проб					Гибель, %
	всего	фактические данные		кумулятивные данные		
		Отсутствие ЦПД	ЦПД	Отсутствие ЦПД	ЦПД	
10 ⁻¹	4	2	2	2	4	66
10 ⁻²	4	2	2	4	2	33
10 ⁻³	4	4	9	8	0	0
10 ⁻⁴	4	4	0	12	0	0

Установлено снижение инфекционного титра вируса с $\lg\text{ТЦД}_{50} 10^{-6,23}$ до $\lg\text{ТЦД}_{50} 10^{-1,53}$, выражающейся в снижении степени 10-кратного разведения вирусной суспензии, вызывающей 50% -ый цитопатический эффект на культуре клеток.

Заключение. Показателем вирулицидной активности дезинфектанта является скорость инаktivации, которая представляет собой соотношение инфекционного титра вируса, выраженное в десятичных логарифмах, до и после воздействия дезинфектанта за определенный промежуток времени. Режим дезинфекции глазного тонометра в течении 5 минутной экспозиции Раписайд является эффективным, так как выявлено снижение инфекционной дозы вакцинного вируса более чем на $4 \text{ Log}_{10}\text{ТЦД}_{50}$.

Библиографический список

1. Изучение и оценка вирулицидной активности дезинфицирующих средств. 3.5. Дезинфектология. МУ 3.5.2431-08. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. 2010. 39 с.
2. Методы определения показателей качества иммунобиологических препаратов для профилактики и диагностики гриппа. МУ 3.3.2.1758-03. М., 2003. 34 с.
3. Сборник технологий практической деятельности медицинской сестры офтальмологического профиля / сост. Арзютова И.И. и др. // ГУЗ Кемеровская областная клиническая офтальмологическая больница, Кемерово. 2009. 101 с.
4. Atkins N, Hodge W, Li B. A Systematic Review Regarding Tonometry and the Transmission of Infectious Diseases // J. Clin. Med. Res. 2018 Mar,10(3):159-165. doi: 10.14740/jocmr3294w. Epub 2018 Jan 26. PMID: 29416571, PMCID: PMC5798259.

ЭНТЕРОТИПЫ ЧЕЛОВЕКА (ПО ДАННЫМ ОПРОСА СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА)

Епимахова Т.К.

**Научный руководитель: Захарова О.А., доктор сельскохозяйственных наук, доцент
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика
И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Рязань, Россия**

Введение. В последние 10-15 лет благодаря достижениям микробиологии и генетики произошла настоящая революция во взглядах на роль микробов. Хологеномная теория меняет синтетическую теорию эволюции: существование человека без микроорганизмов так же невозможно, как без воздуха, кислорода, пищи, воды, гравитации. Микрофлора кишечника человека представлена совокупностью различных видов микроорганизмов, участвующих в регуляции нервной, эндокринной и иммунной систем, являющихся неотъемлемым компонентом пищеварительного процесса, синтезирующих витамины группы К и В и выполняющих другие функции. Микробиота у каждого человека имеет свой уникальный состав и развивается на протяжении жизни. В настоящее время актуальна проблема роли микроорганизмов, населяющих кишечник, в патологических процессах, потому что по энтеротипу человека можно судить о возможности возникновения различных заболеваний и разрабатывать новые методы и способы их лечения [1].

Цель данного исследования заключается в ознакомлении с научной информацией по данной теме. В задачу исследования входило проведение опроса среди студенческой молодежи для выявления типа их питания и установления преобладающего энтеротипа.

Материалы и методы. Исследование включало в апреле 2024 года в соответствии с методикой, предложенной Н.Ф. Яковлевой [3], описательного характера опрос 50 студентов РГМУ разных факультетов и возрастов, направленный на выявление наиболее предпочтительного типа питания, опираясь на репрезентативные сведения. Продолжительность опроса – 7 дней. Уровень точности определялся при построении простой выборки с доверительным интервалом в 95%, $p=0,5$. Расчет необходимого объема выборки проводился по уравнению:

$$N = (g^2 \cdot z^2) / d^2 (1),$$

где N — искомый объем выборки,

g — дисперсия признака, ожидаемое среднее отклонение получаемых результатов от ожидаемого среднего значения,

z — коэффициент уровня достоверности (2 - для 0,95),

d — уровень точности.

Подставив значения в формулу, получили N=50 респондентов.

Каждому опрашиваемому задавалось по 6 коротких вопросов, из которых только один – уточняющий «Какие продукты присутствуют в Вашем рационе?». Контроль правдивости результатов осуществлялся при повторной встрече с 8 респондентами.

Методы исследования логика, обобщение, сравнение, анализ и выводы. Статистическая обработка результатов исследований проведена на компьютерной программе Statistika 10.

Результаты и обсуждение. Кишечный биотоп играет ключевую роль в физиологии и поддержании гомеостаза организма человека. Бактерии в организме человека есть практически везде. Совокупный вес всех микробов человека составляет от 3 до 5% от общего веса человека, больше чем мозг или сердце. Их количество в десять раз превышает число

наших собственных клеток. Установлено пять мест в нашем теле (биотопов), где их концентрация максимальная: желудочно-кишечный тракт, кожа, дыхательные пути, полость рта, мочеполовая система. При этом большая часть микробиома в организме человека сосредоточена в кишечнике, который представляет собой как бы отдельный экстракорпоральный орган.

Кишечная микробиота в основном представлена бактериями следующих типов: Firmicutes, Bacteriodes, Proteobacteria, Actinobacteria, Archaea, Fusobacteria. Однако в составе кишечной микробы человека преобладают Firmicutes и Bacteriodes (80-90%). Бактерии начинают заселять кишечник человека сразу после рождения. В основном это микроорганизмы вагинального тракта матери. На этапе кормления грудью среди микробиоты кишечника младенца преобладают *Bifidobacterium* и *Lactobacillus*. По мере введения прикорма и перевода ребенка на «общий стол» (примерно к 2 годам) лидирующее место занимают Firmicutes и Bacteriodes. Состав микробиоты кишечника человека индивидуален и стабилен в течение жизни. После дисбиотических расстройств микробиота способна восстанавливаться до своего исходного состояния. Понимание процессов формирования кишечной микрофлоры позволяет разрабатывать эффективные методы профилактики и коррекции микрoэкологических и моторных нарушений в возрастном аспекте [1].

Считается, что энтеротип человека связан с его происхождением и образом жизни предков, в частности, с их пищевым поведением. Такие данные считаются условными из-за промежуточных вариантов. Разные энтеротипы могут predispose к развитию определенных заболеваний, прежде всего, гастроинтестинальных. К тому же, с возрастом микробиом изменяет состав и функции. Согласно Agumugam et al. [2], кишечную микробиоту человека можно разделить на три энтеротипа, которые нами представлены в виде рисунка 1.



Рис. 1. Энтеротипы.

Итак, выделены типы с преобладанием грамотрицательных бактерий рода Bacteriodes, другой – с бактериями рода Prevotella и третий – с грамположительными Firmicutes со слегка повышенным содержанием бактерий рода Ruminococcus.

Это распределение, как было установлено, зависит от диетических предпочтений, массы тела, расы или пола, и у людей одного и того же энтеротипа много общего в обмене веществ и уровне микробных метаболитов.

Для людей с преобладанием в микробиоте кишечника бактерий рода Bacteriodes характерно белково-жиро-углеводное питание, с наиболее высокой усвояемостью белков и углеводов. Данный энтеротип является самым распространенным среди европейцев и

жителей Северной Америки. Многочисленные исследования ученых ассоциируют данный энтеротип с риском развития сахарного диабета 2 типа.

Преобладание в микробиоте кишечника человека бактерий рода *Prevotella* характерно для людей, придерживающихся вегетарианской диеты, а также у инфицированных *Helicobacter pylori*. Данный энтеротип ассоциирован с заболеваниями пищеварительной системы (колиты).

Углеводно-жировое питание с хорошей усвояемостью углеводов и растительных масел характерно для микробиоты с преобладанием бактерий рода *Ruminococcus*. Данный энтеротип связан с риском развития ожирения. Руминококки за счет выделения масляной кислоты защищают ворсинки кишечника, что приводит к снижению риска таких заболеваний, как колиты и рак кишечника.

Метод проведенного опроса представлен на рисунке 2.

Вид опроса		
степень стандартизации вопросов	число обсуждаемых форм	количество опрашиваемых
формализованный опрос	фокусированный опрос	индивидуальный опрос

Рис. 2. Схема опроса как вида интервью

Итак, результаты опроса студентов показали следующие данные:

- 1) Подавляющее большинство студентов (73,8%) предпочитает преимущественно белково-жиро-углеводное питание, что свидетельствует о преобладании в микробиоте кишечника бактерий рода *Bacteriodes*.
- 2) Преимущественно углеводно-жировое питание предпочитает 16,7% опрошенных. Для этого энтеротипа характерно преобладание в кишечнике бактерий рода *Ruminococcus*.
- 3) 9,5% опрошенных предпочитают преимущественно растительную пищу, что характерно для энтеротипа с преобладанием в микробиоте кишечника человека бактерий рода *Prevotella*.

На рисунке 3 показана обработка результатов опроса студентов.



Рисунок 3 – Обработка результатов опроса по выявлению энтеротипов.

Закключение. Таким образом, опрос студентов показал доминирование белково-жиро-углеводного питания, так ответили 37 человек из 50. Углеводно-жировое питание предпочли 9 студентов. 4 человека питаются исключительно растительной пищей. Отсюда и разделение участников опроса на энтеротипы соответствующее. В заключение следует отметить важность проблемы и дальнейшее ее изучение, чем и займутся авторы.

Библиографический список

1. Микробиота кишечника и ее влияние на организм. 2023. С.33-38. (cyberleninka.ru) Kozyrev_Gut_Microbiota.pdf (spbu.ru) RMJ_17_Gastroenterology_Layout 1 (rusmedreview.com)
2. Харитонов, Л.А. Микробиота человека: как новая научная парадигма меняет медицинскую практику / Л.А. Харитонов, К.И. Григорьев, С.Н. Борзакова // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология, 2019. - №1. Вып. 161. С. 55-64.
3. Яковлева, Н.Ф. Социологическое исследование [Электронный ресурс]: учеб. пособие. М. : ФЛИНТА, 2014. 250 с. Режим доступа <https://www.kspu.ru/upload/documents/2015/10/19/9510fc4ecabf2052ab738becde976ef7/sotsiologicheskoe-issledovanie.pdf> Дата обращения 28.04.2024

УЧАСТИЕ МИКРОФЛОРЫ В ОБРАЗОВАНИИ ЗУБНОЙ БЛЯШКИ

**Захарова О.А.¹, доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
Ибрагимбекова Х¹., Кучер О.Д.²**

**¹ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Рязань, Россия**

**²ФГАОУ ВО «Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации»,
г. Москва, Россия**

Введение. Среди всех заболеваний полости рта лидирует кариес зубов [1]. С.И. Токмакова с соавт. [2] приводит распространенность кариеса до 70-90% населения различных возрастных групп, а, к примеру, А.Н. Зайцев [3] отмечает пораженность зубов у населения до 95-98% в экономически развитых странах, по мнению Ш.М. Турдиева и Д.Ш. Атаджановой [1] имеют кариес 100% населения. Вследствие развития кариозного процесса под действием разных факторов это заболевание относят к полиэтиологическим. В настоящее время установлено [1, 2], что одним из действенных факторов возникновения и развития кариеса является микрофлора.

Цель наших исследований – изучение роли микрофлоры в образовании зубной бляшки, ведущей к развитию кариеса, на основе проведенного обзора научной литературы.

Материалы и методы. Методы теоретического исследования – анализ, обобщение, логика, заключение. В статье использовалась для обработки результатов исследований статистическая программа Statistika 10/

Результаты и обсуждение. Скопления микроорганизмов формируют зубной налет, и постепенно образуется зубная бляшка. Нами составлена схема образования зубной бляшки (рисунок 1).

Через несколько часов после чистки зубов активизируются стрептококки, нейссерии и актиномицеты. Они образуют микроколонии, которые внедряются во внеклеточный матрикс. В это время наряду с кокками появляется большое количество палочек и нитевидных форм бактерий. Оседание кокков по периметру нитевидных бактерий приводит к образованию так называемых «кукурузных початков». Бактериальные тела быстро слипаются и их количество на 1 см² возрастает с 10³ до 10⁵-10⁶. Затем до 8 часов численность микрофлоры не

изменяется, но через 1-2 дня концентрация бактерий достигает пика - 10^7 - 10^8 , что ведет к формированию мягкого зубного налета. Пористая структура зубного налета в результате минерализации изменяется и формируется зубная бляшка.

Проведенный обзор научной литературы [2, 3, 4 и др.], показал наличие в зубной бляшке большого количества микроорганизмов. На рисунке 2 нами продемонстрировано количество микроорганизмов в зубной бляшке. Из стрептококков, по данным [4], преобладают *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus mitis*.



Рис. 1. Образование зубной бляшки

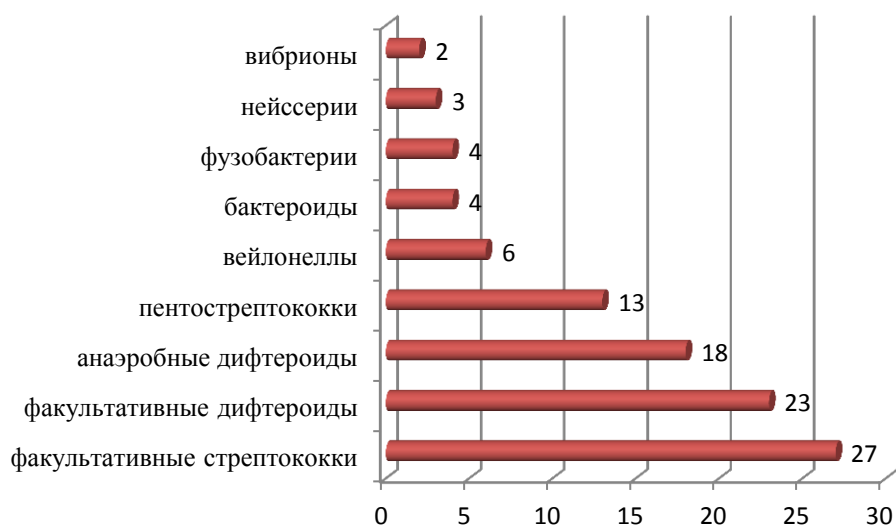


Рис. 2. Микроорганизмы зубной бляшки, %.

Через 8 часов количество *Streptococcus sanguis* в бляшках возросло до 35% от общего числа микробов, а через 24 и более - до 70% с последующим убыванием, отмечают Е.Г. Зеленова с соавт. [2].

Streptococcus salivarius в бляшках, по данным Т.Ю. Степановой и соавт [3], обнаруживался в течение первых 15 минут в малом количестве (1%). Установлено изменение численности кислоточувствительных бактерий, таких как *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus oralis* вследствие снижения pH при потреблении углеводов, и росту численности *Streptococcus mutans* и лактобацилл, которые, в свою очередь, ведут к повышению кислотности, что является одним из факторов образования кариеса. Затем к ним присоединяются вейллонеллы, коринебактерии и актиномицеты. Позже, примерно на 9-11-й день, к ним присоединяются фузиформные бактерии (бактероиды).

На начальном этапе образования бляшек доминирует аэробная и факультативно анаэробная микрофлора, снижающая окислительно-восстановительный потенциал в месте локализации, создавая благоприятные условия для развития строгих анаэробов.

Кариозные поражения возникают в местах наибольшего скопления бактерий, которые плотно закреплены на поверхности зуба [1]. Зубная бляшка растет за счет постепенного наложения новых бактерий. В составе зубной бляшки обнаружены, помимо микроорганизмов, лейкоциты, эпителиальные клетки, макрофаги. Образующиеся новые бактерии наслаиваются и за счет этого происходит рост зубной бляшки. М.Н. Суворова и р. [4] отмечают связь кариесогенности зубной бляшки, степень ее накопления, зависящей от ухода за полостью рта, и длительность существования. Результаты исследований этих авторов нами обработаны на компьютерной программе и получена поверхность отклика (рисунок 3) [5, 6], согласно которой при регулярной чистке зубов пастой (зеленый пик) количество микроорганизмов, скорость образования зубной бляшки и длительность ее существования невысокие.

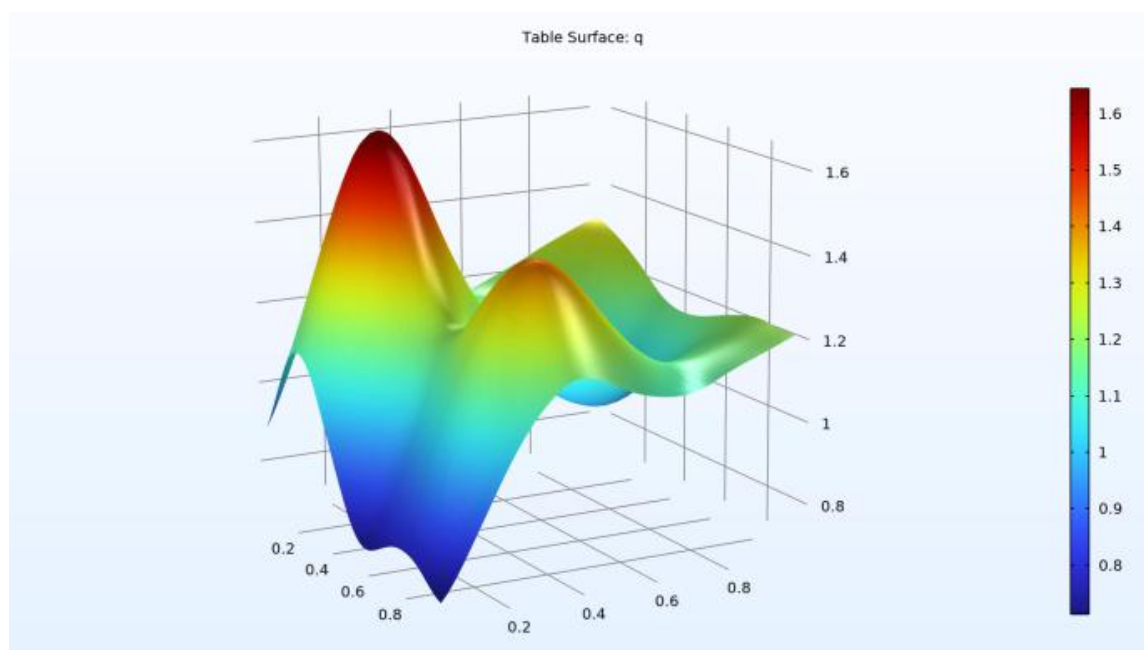


Рис. 3. Поверхность отклика между количеством микроорганизмов, скоростью образования зубной бляшки и длительностью ее существования.

При эпизодической чистке зубов пастой – эти факторы возрастают, что отображено на рисунке красным цветом. При отсутствии гигиены за полость рта и зубами виден резкий скачок по всем трем исследуемым факторам (желтый пик).

Конечно, помимо микробиологической составляющей, на образование зубной бляшки оказывают влияние и другие факторы, к примеру, количество употребляемых углеводов, количественный и качественный состав слюны, ее физико-химические свойства, содержание в ней минеральных компонентов и др. Важными являются факторы среды в виде иммунобиологической системы жидкости десневой борозды, гидролитических ферментов секретов слюнных желез и ротовой жидкости и другие, но при этом все они находятся в сложном взаимодействии с микрофлорой полости рта и способны ослаблять или усиливать ее патогенный потенциал.

По данным Е.Г. Зеленовой с соавт [2], количество микроорганизмов и их видовой состав усложняется через 2-3 недели до максимума при отсутствии внешних воздействий на зубную бляшку. Такие изменения ведут к развитию заболеваний ротовой полости (гингивит и др.).

Заключение. Исходя из вышеизложенного, роль микробного фактора в формировании зубной бляшки значительно. Так, создаются благоприятные условия для аэробной и факультативно анаэробной микробиоты, жизнедеятельность которых образует среду для развития строгих анаэробов, к которым позже добавляются фузобактерии и актиномицеты. Эти популяции и формируют зубную бляшку, а отсутствие ухаживающих мероприятий за зубами только ускоряет этот процесс.

Библиографический список

1. Зайцев А.Н. Распространенность кариеса зубов // Медико-биологические науки, 2016. С. 282-285.
2. Зеленова Е.Г., Заславская М.И., Салина Е.В., Рассанов С.П. Микрофлора полости рта: норма и патология. Нижний Новгород: Издательство НГМА, 2004. 158 с.
3. Степанова Т.Ю., Тимофеева А.В. Микробиом ротовой полости человека/ Т.Ю. Степанова, // Современные проблемы науки и образования, 2016. №5. С. 33-40.
4. Профилактика и коммунальная стоматология /Сост.: М. Н. Суворова, Г. В. Емелина, П. В. Иванов, Л. А. Зюлькина, Н. К. Кузнецова, Г. А. Капралова. Пенза: Изд-во ПГУ, 2014. 108 с.
5. Захарова О.А. Инновационные методы и активизация учебного процесса в вузе // В сборнике: Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий Сборник II Всероссийской (национальной) научной конференции. Новосибирский государственный аграрный университет, 2017. С. 515-517.
6. Захарова О.А., Мусаев Ф.А. История науки. Ботаника. Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. 134 с.

СПОСОБ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ АДГЕЗИВНЫХ СВОЙСТВ КЛИНИЧЕСКИХ ИЗОЛЯТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ СЕРОПОЗИТИВНЫХ К *TOXOCARA CANIS* ЛИЦ

Канина И.В., Новак А.И., доктор биологических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Рязанский Государственный медицинский университет имени академика
И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Рязань, Россия

Введение. Адгезивная активность микроорганизмов определяется их способностью к специфической адсорбции на поверхности чувствительных клеток с последующим процессом колонизации. В литературных источниках механизмы адгезии описаны как факторы, определяющие вирулентность бактериальных агентов, с преимущественной адсорбцией на гликопротеинах мембран эпителиальных клеток желудочно-кишечного тракта и верхних дыхательных путей [2].

Для оценки адгезивной способности в условиях *in vitro* используются различные биологические модели: эритроциты, эпителиальные клетки, культуры тканей, подопытные животные-гнотобионты [1]. При этом некоторые виды геольминтов способны адгезировать и резервировать микроорганизмы в ходе реализации своего биологического цикла в организме паразитического хозяина [3]. Накопление микроорганизмов в складках эпипутикулы нематод способствует их транслокации в отдалённые биотопы при энтерогепатопульмональной миграции с развитием инвазивных форм инфекционного процесса [4]. Использование личинок нематод в качестве биологической модели для изучения адгезивного потенциала различных штаммов микроорганизмов ранее не использовалось.

Цель исследования: разработать шкалу показателей микробной адгезии клинических изолятов микроорганизмов в отношении личинок нематод *Toxocara canis*.

Материалы и методы. Исследования проводились на базе кафедры микробиологии ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России. В качестве биологической модели использовали личинки *Toxocara canis*. Адгезивную активность оценивали по способности клинических изолятов различных групп микроорганизмов адсорбироваться на поверхности эпипутикулы нематод. Иммобилизацию бактерий и дрожжеподобных грибов осуществляли термическим способом в асептических условиях микробиологического бокса. В стерильных центрифужных пробирках суспензировали взвесь личинок и микроорганизмов в эквивалентном объёме (0,5 мл инокулята и 0,5 мл взвеси личинок). Последующее инкубирование образцов осуществляли в условиях термостата в течение разного времени экспозиции (при 37°C 30 минут, 1 и 2 часа). Неиммобилизованные штаммы отмывали центрифугированием при 600 оборотов/мин (RCF = 50g) 10 минут. Полученный супернатант вносили в чашки Петри, посеы инкубировали при 37°C с учётом питательных потребностей. Количественные значения выражали в колониеобразующих единицах на 1 мл (КОЕ/мл). Индексы адгезии штаммов рассчитывали путём перевода в десятичные логарифмы степени микробной адгезии, используя метод Царёва с некоторыми модификациями [5].

Источники ссылки не найден.]

Результаты исследования визуализировались в виде базы данных в программе Microsoft Office Excel, 2021. Статистический анализ проводился с использованием программы Statistica 13 (разработчик TIBCO Software Inc.), электронного ресурса medstatistic.ru.

Результаты и обсуждение. В ходе исследования была разработана собственная шкала микробной адгезии клинических изолятов микроорганизмов, выделенных от обследуемых с anti-Тохосара IgG+, в зависимости от времени экспозиции. Определены четыре уровня адгезии с учётом полученных индексов адгезии (Ia): неадгезивные (Ia = 0), низкоадгезивные (Ia = 0,25–0,93), среднеадгезивные (Ia = 1,02–1,29), высокоадгезивные (Ia = 1,31–1,75). Показатели адгезии для каждого штамма выражали в условных единицах и регистрировали в базе данных. Значения индексов адгезии грамположительных изолятов при 60 минутной экспозиции в среднем составили $1,09 \pm 0,07$ условных единиц, в условиях 120 минутной инкубации ($1,32 \pm 0,09$). Выявлены статистически значимые изменения показателей индексов адгезии по сравнению с 30 минутной инкубацией смеси ($p < 0,05$). Определена прямая корреляционная зависимость между временем экспозиции инкубационной смеси и значениями индексов адгезии изучаемых изолятов (коэффициент Пирсона, $p=0,025$).

Таким образом, разработанная шкала позволила определить степень адгезивной активности клинических изолятов, выделенных у anti-Тохосара IgG+ обследуемых. Впервые личинки *Toxosara canis* использовались в качестве биологической модели для осуществления процесса адгезии, что в дальнейшем позволит изучить механизмы транслокации бактериальных патогенов в отдалённые биотопы в ходе энтерогепатопульмональной миграции личинок некоторых видов геогельминтов.

Библиографический список

1. Адгезивные свойства пробиотических лактобактерий / К.В. Федорова, И.Ф. Каримов // Теория и практика инновационных исследований в области естественных наук : сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Оренбург, 26–27 апреля 2023 года. Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2023. С. 259-261
2. Адгезивные свойства микроорганизмов в условиях монослоя культуры клеток / О.С. Федотова, Ю.А. Захарова, Н.А. Шмелева [и др.] // Бактериология. 2021. Т. 6, № 3. С. 72-73.
3. Третьяков А. М. Бактерионосительство гельминтами и влияние антигельминтиков на микробный организм животных: автореф. дисс. ... канд. вет. наук. Барнаул. 2001. 22 с.
4. Канина И.В. Адгезивная активность клинических изолятов микроорганизмов, серопозитивных к токсокарам лиц в условиях *in vitro* // Международный научно-исследовательский журнал. – 2023. – № 12(138). – DOI 10.23670/IRJ.2023.138.177.
5. Методы микробиологического исследования, применяемые в стоматологии: учебник / В.Н. Царев, М.М. Давыдова, Е.Н. Николаева [и др]. – Текст: электронный // Микробиология, вирусология иммунология полости рта / под ред. В. Н. Царева. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2019. – С.162-175.

УРОВЕНЬ МИКРОБНОЙ КОНТАМИНАЦИИ ВНУТРЕННЕЙ СТОРОНЫ МЕДИЦИНСКИХ МАСОК

Котелевец Е.П., кандидат медицинских наук,

Воробьева И.В., кандидат биологических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика
И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Рязань, Россия

Введение. Ношение медицинских масок является одной из эффективных мер барьерной профилактики инфицирования возбудителями заболеваний верхних дыхательных путей. Однако, собственная микрофлора полости рта и носоглотки оседает на внутренней поверхности маски и у иммунокомпрометированных лиц может провоцировать развитие аутоинфекции.

Цель работы: оценить уровень микробной контаминации внутренней части масок медицинских нестерильных и масок гигиенических в аспекте возможного развития аутоинфекции у иммунокомпрометированных лиц.

Материалы и методы. Для выполнения поставленной цели были взяты смывы с 30 - ти нестерильных медицинских нетканых масок из спанбонда, а также гигиенических масок из хлопка и из неопрена непосредственно перед началом использования, через час и два часа ношения. В исследовании принимали участие студенты РязГМУ без признаков ОРВИ, подписавшие добровольное информированное согласие. Взятие смывов и определение общего микробного числа (ОМЧ) производилось при помощи общепринятых для микробиологических исследований методов и оборудования. Математическая обработка результатов выполнена посредством статистического t – критерия Стьюдента при помощи программы Microsoft Excel с надстройкой «Пакет анализа», $p < 0,05$.

Результаты. Исследование показало, что ОМЧ внутренней поверхности гигиенических масок из хлопка выше, чем медицинских нетканых масок из спанбонда, как через час, так и через два часа эксплуатации (на 12 и 15%, соответственно). ОМЧ внутренней поверхности гигиенических масок из неопрена выше, чем гигиенических масок из хлопка как перед, так и после двух часов ношения (на 0,7 и 0,9 %, соответственно) (табл.).

Таблица – ОМЧ внутренней стороны масок различных типов в зависимости от
длительности использования, (КОЕ/мл)

Тип изделия	ОМЧ ($M \pm m$)		
	До использования	Час от начала использования	Два часа от начала использования
Медицинские нетканые маски из спанбонда	$3 \pm 0,01$	$32 \pm 0,01$	$49 \pm 0,01$
Гигиенические маски из хлопка	$3 \pm 0,01$	$44 \pm 0,01$	$53 \pm 0,02$
Гигиенические маски из неопрена	$4 \pm 0,01$	$49 \pm 0,01$	$61 \pm 0,02$

Примечание: $M \pm m$ – среднее арифметическое+ средняя ошибка среднего арифметического.

Заключение. Для предотвращения развития аутоинфекции у иммунокомпрометированных лиц бактериальными и грибковыми патогенами следует отдавать предпочтение медицинским нетканым маскам из спанбонда.

МИКРОБИОТА ВЛАГАЛИЩА В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ЖИЗНИ

Мелихова А.А., Кольцова В.В.

Котелевец Е.П., кандидат медицинских наук,

Воробьева И.В., кандидат биологических наук, доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Рязань, Россия**

Введение. В течение всей жизни девочки/женщины микробиота половых путей является слаженной системой противомикробной защиты репродуктивных органов. Ее функции и возможности соответствуют возрастным особенностям и потребностям организма.

Материалы и методы. Для изучения особенностей микробиоты влагалища в зависимости от возраста нами был проведен обзор источников литературы по базе данных PubMed.

Результаты и обсуждение. Влагалище в первые часы жизни девочки стерильно. Затем происходит его заселение лактобактериями и другими микроорганизмами микробиоты матери и кишечника новорожденной. До пубертатного периода во влагалище доминируют строгие анаэробы, стафилококки, дифтероиды [2].

В период полового созревания начинается продукция эстрогенов, увеличивается толщина влагалищной стенки и количество гликогена, которое запасается в клетках. Среда изменяется на кислую, увеличивается число лактобактерий, которые становятся доминирующими микроорганизмами микробиоты.

Начиная с окончания пубертатного периода и до менопаузы основными представителями микробиоты влагалища являются *Lactobacillus*. Это грамположительные неспорообразующие микроаэрофилы, обладающие выраженной способностью к адгезии. Эти микроорганизмы создают кислую среду (рН 3,8-4,4), благодаря которой осуществляется отбор сперматозоидов, они обеспечивают антимикробную защиту, вырабатывая перекись водорода, лизоцим и другие антимикробные вещества, препятствующие проникновению патогенных микроорганизмов, стимулируют активность макрофагов, стимулируют выработку антител и биологически активных веществ, препятствующих возникновению и развитию инфекции. Видовой состав лактобактерий у женщин многообразен. К видам лактобактерий, полученных из вагинальных мазков здоровых женщин, относят *L. acidophilus*, *L. jensenii*, *L. casei*, *L. gasseri*, *L. crispatus*, *L. plantarum*, *L. fermentum*, *L. cellobiosus*, *L. brevis* и *L. Salivarius* [1].

Сопутствующая микрофлора представлена аэробными, факультативно-анаэробными и строгими анаэробными микроорганизмами. При снижении количества лактобактерий в вагинальной микрофлоре вследствие каких-либо причин, в качестве доминирующего микроорганизма в микрофлоре могут быть бактерии родов *Atopobium*, *Megasphaera* и *Leptotrichia*, которые тоже могут продуцировать молочную кислоту и создавать кислую среду [3].

Помимо вышеперечисленных в состав микробиоты могут входить представители родов *Bifidobacterium*, *Peptostreptococcus*, *Bacteroides*, *Prevotella*, *Propionibacterium*, *Corynebacterium*, *Porphyromonas*, *Staphylococcus coagulase-negative*, *Mycoplasma*, *Streptococcus*, *Gardnerella*, *Enterococcus*, *Veillonella*, а также грибы рода *Candida* [4].

С возрастом у женщин происходит изменение микробиоты влагалища, что вызвано атрофией половых желёз и снижением продукции половых гормонов. Уменьшение продукции эстрогенов в период менопаузы приводит к истощению эпителия стенки влагалища. В результате происходит уменьшение количества гликогена, запасаемого эпителиоцитами, и, изменение pH. Среда во влагалище становится нейтральной или слабощелочной, что негативно сказывается на её микробиоте. Происходит уменьшение общего количества бактерий, преимущественно лактобактерий и бифидобактерий. Состав микробиоты становится менее разнообразным с преимущественным преобладанием облигатно-анаэробных бактерий [5].

Заключение. Качественный и количественный состав микробиоты влагалища претерпевает значительные изменения в зависимости от возраста и обеспечивает потребность женской репродуктивной системы в антимикробной защите в течение всей жизни девочки/женщины.

Библиографический список

1. Abou Chacra L, Fenollar F. Exploring the global vaginal microbiome and its impact on human health. *Microb Pathog.* 2021;160:105172. doi:10.1016/j.micpath.2021.105172. Epub 2021 Sep 6. PMID: 34500016.
2. Auremma RS, Scairati R, Del Vecchio G, et al. The Vaginal Microbiome: A Long Urogenital Colonization Throughout Woman Life. *Front Cell Infect Microbiol.* 2021;11:686167. doi: 10.3389/fcimb.2021.686167. PMID: 34295836, PMCID: PMC8290858.
3. Chee WJY, Chew SY, Than LTL. Vaginal microbiota and the potential of *Lactobacillus* derivatives in maintaining vaginal health. *Microb Cell Fact.* 2020;19(1):203. doi: 10.1186/s12934-020-01464-4. PMID: 33160356, PMCID: PMC7648308.
4. De Seta F, Lonnee-Hoffmann R, Campisciano G, et al. The Vaginal Microbiome: III. The Vaginal Microbiome in Various Urogenital Disorders. *J Low Genit Tract Dis.* 2022;26(1):85-92. doi: 10.1097/LGT.0000000000000645. PMID: 34928258, PMCID: PMC8719503.
5. Fan W, Kan H, Liu HY, et al. Association between Human Genetic Variants and the Vaginal Bacteriome of Pregnant Women. *mSystems.* 2021;6(4):e0015821. doi: 10.1128/mSystems.00158-21. Epub 2021 Jul 20. PMID: 34282934, PMCID: PMC8407429.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КУРЕНИЯ НА МИКРОБИОМ РОТОВОЙ ПОЛОСТИ ПОДРОСТКОВ

Маркелова А.А., Шилова В.А., Гаврилова К.А.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения России, г. Екатеринбург, Россия

Введение. В ротовой полости обитает более 700 видов бактерий. Преобладающим компонентом являются рода, в основном состоящие из аэробов, таких как *Neisseria*, *Rothia*, *Streptococcus* и *Actinomyces*, и анаэробов, включая *Firmicutes*, *Bacteroidetes* и *Spirochaetes*. В нормальном микробиоме буккального эпителия преобладают примерно 30 видов, в том числе *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus oralis*, *Actinomyces israelii*, *Actinomyces naeslundii*, *Actinomyces viscosus*, *Actinomyces odontolyticus*, *Veillonella atypica*, *Neisseria species* и другие [2]. Патогенный микробиом может быть представлен такими видами бактерий как *Streptococcus mutans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia*, *Treponema denticola*, *Anaeroglobus geminatus*, *Eubacterium saphenum*, *Filifactor alocis*, *Porphyromonas endodontalis* и другие. Данные бактерии могут привести к развитию кариеса и пародонтита, а также к заболеваниям, которые связаны с сердечно-сосудистой системой, ожирением, сахарным диабетом и неблагоприятным исходом беременности [4].

На изменение состава и количества микроорганизмов ротовой полости влияют такие факторы, как занятия спортом, стресс, курение, недосып, а также гормональный фон, который наблюдается у подростков. Переходный возраст выпадает на сдачу экзаменов, поступление в ВУЗы и изменение уклада жизни, что приводит к повышенной тревожности, последствиями которой может стать курение электронных сигарет, которые пагубно влияют на микробиом ротовой полости [1].

Для исследования ротовой полости у подростков можно использовать буккальный эпителий, взятый при помощи соскоба. Для его исследования используется метод окрашивания по Граму, который является одним из наиболее эффективных способов определения микроорганизмов на слизистой оболочке щёк. При помощи данного метода в нормальном микробиоме можно определить такие рода, как *Veillonella*, *Leptotrichia*, *Borrelia*, *Bifidobacterium*, *Peptococcus*, *Neisseria*, *Leptospira*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Lactobacillus*, *Actinomyces*. В то время как, на буккальном эпителии человека, курящего электронные сигареты были найдены в большом количестве рода бактерий *Anaeroglobus*, *Mitsuokella*, *Fusobacterium*, *Leptotrichia*, *Lactobacillus*, однако, *Veillonella*, *Megasphera*, *Stomatobaculum*, *Streptococcus*, *Kingella*, *Scardovia*, *Neisseria*, *Porphyromonas*, *Haemophilus*, *Gemella*, *Abiotrophia* и *Gracilibacteria* были обеднены, что способствовало формированию уникального микробиома полости рта [3, 5, 6].

Таким образом, мы можем предположить, что микробиом ротовой полости подростков и взрослых при курении электронных сигарет будет отличаться в связи с влиянием на организм подростков стресса, гормонов, недосыпа и образа жизни.

Материалы и методы. Объектами исследования являлись образцы буккального эпителия, взятые при помощи вращательных движений ватной палочки по внутренней стороне слизистой оболочки щеки. Исследование проводилось методом окрашивания по Граму. Изучались микроорганизмы по составу стенки щеки. Идентификацию бактерий выполняли в следующей последовательности: получение буккального эпителия щеки,

окраска по Граму и микроскопирование препарата. Одним из методов исследования был анонимный опрос среди подростков, готовящихся к сдаче экзаменов. Перед подростками был поставлен вопрос о курении электронных сигарет. По итогу опроса было определено, что 14 из 26 участников пользовались электронными сигаретами. Таким образом в исследовании приняли участие 14 человек в возрасте от 16 до 18 лет, из них 57,1% (n=8) парни и 42,9% (n=6) девушки.

Результаты и обсуждение. При анализе буккального эпителия у подростков в 100% (n=14) были обнаружены бактерий рода *Staphylococcus*. Их количество варьируется от $1,3 \cdot 10^8$ до $4 \cdot 10^8$ (табл.1), что говорит о нормальном содержании данных бактерий на слизистой оболочке щеки. В то время как, в ротовой полости взрослых людей, курящих электронные сигареты, бактерии рода *Staphylococcus* достаточно обеднены [3].

Оценка количества рода *Gemella* показала, что у 64,3% (n=9) были обнаружены данные бактерии. Предел их численного количества находится в промежутке между $9 \cdot 10^7$ и $1,8 \cdot 10^8$ (табл.1), что является нормой. Однако, исследования микробиома ротовой полости взрослых, потребляющих электронные сигареты, показало, что численность бактерий рода *Gemella* уменьшается. При этом преобладал вид *Gemella morbillorum* и содержался не классифицированный вид [3].

Таблица 1 – Родовой состав микроорганизмов в образцах
буккального эпителия подростков

Род микроорганизмов	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4	Образец № 5	Образец № 6	Образец № 7	Образец № 8	Образец № 9	Образец № 10	Образец № 11	Образец № 12	Образец № 13	Образец № 14
<i>Staphylococcus</i>	$1,5 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^8$	$1,3 \cdot 10^8$	$2,6 \cdot 10^8$	$2,4 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^8$	$2,9 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^8$	$2,3 \cdot 10^8$	$2,6 \cdot 10^8$	$1,9 \cdot 10^8$	$1,6 \cdot 10^8$	$1,7 \cdot 10^8$
<i>Gemella</i>		$1,3 \cdot 10^8$		$9 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^8$	$1,3 \cdot 10^8$	$1,8 \cdot 10^8$		$1 \cdot 10^8$		$1,1 \cdot 10^8$		$1,4 \cdot 10^8$	$1,7 \cdot 10^8$
<i>Streptococcus</i>	$2,5 \cdot 10^8$	$4 \cdot 10^8$	$2,8 \cdot 10^8$		$2,3 \cdot 10^8$	$2,7 \cdot 10^8$	$2,8 \cdot 10^8$	$2,5 \cdot 10^8$		$3,5 \cdot 10^8$		$3,1 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^8$	$2,4 \cdot 10^8$
<i>Veillonella</i>	$1,2 \cdot 10^7$			$3,1 \cdot 10^7$					$1,9 \cdot 10^7$			$2,5 \cdot 10^7$		
<i>Actinomyces</i>		$4,4 \cdot 10^7$				$6,3 \cdot 10^7$	$5,7 \cdot 10^7$		$5 \cdot 10^7$	$6,3 \cdot 10^7$		$8,8 \cdot 10^7$		$8,2 \cdot 10^7$
<i>Neisseria</i>			$9,4 \cdot 10^7$			$1,6 \cdot 10^8$	$1,4 \cdot 10^8$				$1,1 \cdot 10^8$			
<i>Rothia</i>		$1,3 \cdot 10^8$		$2,5 \cdot 10^8$	$1,8 \cdot 10^8$			$2,1 \cdot 10^8$	$1,6 \cdot 10^8$		$2,3 \cdot 10^8$		$1,8 \cdot 10^8$	

Установлено, что у 78,6% (n=11) были обнаружены бактерии рода *Streptococcus*. Их число варьируется в пределах $2,3 \cdot 10^8$ до $4,0 \cdot 10^8$ (табл.1). Данный результат соответствует норме. У курящих взрослых, количество бактерий этого рода угнетается. Однако стоит заметить, что жизнеспособность вида *S. sanguinis* в присутствии *S. mutans* была ниже предела обнаружения, что говорит о пагубном влиянии вида *S. sanguinis* на *S. mutans* [3].

Количественная оценка рода *Veillonella* показала, что у 28,6%(n=4) были обнаружены бактерии данного рода. Их численность прослеживается от $1,2 \cdot 10^7$ до $3,1 \cdot 10^7$ (табл.1). При этом бактерии данного рода у взрослых находились в малом количестве и имели вариабельность по видам: *Veillonella parvula*, *V. atypica*, *V. dispar* [3].

Оценка количества рода *Actinomyces* показала, что у 50% (n=7) были обнаружены бактерии. Их число находится в диапазоне от $4,4 \cdot 10^7$ до $8,8 \cdot 10^7$ (табл.1). В сравнении с ротовой полостью взрослых, где количество рода *Actinomyces* преобладают в составе слизистой. Особенно часто можно встретить вид *Actinomyces lingnae* [5].

У 28,6 %(n=4) участников были обнаружены бактерии рода *Neisseria*. Их численное количество варьируется в пределах от $9,4 \cdot 10^7$ до $1,6 \cdot 10^8$ (табл.1). Результаты исследований ротовой полости взрослых, курящих е—сигареты показывает, что число рода *Neisseria* угнетается, однако бактерия вида *Neisseria meningitis* проявляет стойкое носительство у человека и может переходить от носительства к инвазивному заболеванию [5, 6].

Количественная оценка рода *Rothia* показала, что у 50% (n=7) были обнаружены бактерии этого рода. Общее количество бактерий колеблется от $1,3 \cdot 10^8$ до $2,5 \cdot 10^8$ (табл. 1). В ротовой полости взрослого, курящего электронные сигареты, бактерия рода *Rothia* увеличена. При этом преобладает вид *Rothia dentocariosa* [3, 6].

Заключение. Полученные данные нашего исследования свидетельствуют о нормальном родовом составе микробиома ротовой полости подростков. Данные результаты можно объяснить тем, что подростки поддерживают гигиену полости рта, правильно питаются и ведут активный образ жизни. Сравнив наши результаты с данными исследований полости рта взрослых, оказалось, что в повышенном состоянии у взрослых находятся бактерии рода *Actinomyces* и *Rothia*. При этом в угнетенном состоянии встречаются такие рода как *Staphylococcus*, *Gemella*, *Streptococcus*, *Veillonella*, *Neisseria* [3, 5].

Однако, нами не был проведен анализ ДНК бактерий, который указывает на видовые особенности каждого рода. Мы можем предположить, что бактерии, находящиеся в нормальном количественном родовом составе, могут отличаться по видам. Изучив каждый вид более подробно, можно узнать о потенциальных заболеваниях, которые могут быть вызваны конкретными видами бактерий ротовой полости.

На следующем этапе исследования планируется изучить влияние кортизола на состав слюны, так как это будет влиять на видовое разнообразие микробиома ротовой полости.

Библиографический список

1. Лосев К.В., Верендеева М.А., Костякова Т.В. Эпидемиология и микробиология воспалительно-деструктивных заболеваний пародонта в детском возрасте // Актуальные проблемы медицины. Т. 2022. 45, № 2. С. 166-177.
2. Mohammad Tahseen Al Bataineh, Nihar Ranjan Dash Revealing oral microbiota composition and functionality associated with heavy cigarette smoking // Journal of Translational Medicine: электронный журнал. 2020. URL: <https://translational-medicine.biomedcentral.com>.

3. Scott C. Thomas, Fangxi Xu Electronic Cigarette Use Promotes a Unique Periodontal Microbiome // ASM Journals: электронный журнал. 2022. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8903898/>
4. Shima H. Sharara, Leanne M. Cleaver, Cobourne Salivary bacterial community profile in normal-weight and obese adolescent patients prior to orthodontic treatment with fixed appliances // Orthodontics and craniofacial research: электронный журнал. 2022. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com>.
5. Smruti Pushalkar, Bidisha Paul Electronic Cigarette Aerosol Modulates the Oral Microbiome and Increases Risk of Infection // Journals iScience: электронный журнал. 2020. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7113564>
6. Xue Wang, Qili Mi, Ji Yang Effect of electronic cigarette and tobacco smoking on the human saliva microbial community // Braz J Microbiol. Электронный журнал. 2022. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9151971>.

ВЫДЕЛЕНИЕ ФИТОПАТОГЕННОГО ГРИБА (*F.OXYSPORUM*), ВЫЗЫВАЮЩЕГО ФУЗАРИОЗ, ИЗ ОБРАЗЦОВ СЕМЕЙСТВА FABACEAE НУТА (*CICER ARIETINUM* L.)

**Муродова С.М., Бозоров Т.А., Айтенов И.С., Очилов Б.О.,
Меликузиев Ф.А., Исокулов М.З.**

**Институт генетики и экспериментальной биологии растений Академии наук
Республики Узбекистан, г. Тошкент, Узбекистан**

Введение. Среди родов *Fusarium* *F. oxysporum* является наиболее экономически важным видом. (Leslie and Summerell 2006). *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (Padwick) (Matuo & K.Satō) является патогенным вредителем ценного бобового растения, а именно нута (*Cicer arietinum* L.). Мировое распределение производства нута в 2004 г. основными производителями являются Индия (около 70%), Турция, Пакистан, Иран, Мексика, Мьянма, Эфиопия и Австралия. Другие важные производственные регионы включают Южную Азию, Ближний Восток и Северную Африку, а также Южную Европу, Канаду и США. Производство гороха в Австралии в основном предназначено для экспорта в качестве продуктов питания для человека. С момента появления товарных культур в начале 1980-х годов нута в настоящее время стала важной культурой в северных сельскохозяйственных системах Южного Уэльса и Южного Квинсленда. На эти два штата приходится большая часть общего производства, при этом Виктория, Западная Австралия и Южная Австралия вносят небольшой вклад в производственную площадь. Новый Южный Уэльс и Квинсленд выращивают большую часть нута сорта Дези, а в Виктории - большую часть сорта нута Кабули. Известно, что возделыванию гороха во всем мире препятствует ряд заболеваний, важнейшим из которых является *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (*fusarium wilt*). Борьба с фузариозным (вилт) увяданием в первую очередь осуществляется путем создания устойчивых сортов в рамках комплексного подхода к управлению. Biroq, *F. oxysporum* f. sp. *Ciceris yuqori* patogen o'zgaruvchanlik populyatsiyalarda chidamli navlarning barqarorligi uchun bir qancha muammolarni keltirib chiqaradi. Однако Ф *F. oxysporum* f. sp. *Ciceris* высокая патогенная изменчивость создает несколько проблем для устойчивости устойчивых сортов в популяциях [1, 2].

После повреждения корневой коры в поврежденной почве возбудитель проникает в кору корня и перемещается из нее в слой ксилемы. Растение проходит через проводящую систему к стеблю и выше. В результате быстрого роста мицелия и спор гриба в проводящей части растения, в результате замедления обмена веществ в его проводящей системе необходимые питательные вещества не достигают других частей растения и его начинает увядать. Гриб производит ферменты, которые разрушают клеточные стенки, а также гели, которые блокируют проводящую систему растения. Преимущественно внутренние ткани пораженного стебля растения имеют темную окраску, то есть видно наличие мицелия и спор патогенного гриба. Затем происходит пожелтение и увядание листьев, что в конечном итоге приводит к некрозу [3].

Возбудитель *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* идентифицированы два патотипа и восемь рас. В борьбе с фузариозным вилт важно создать устойчивые сорта. Для этого в первую очередь важно надежно и эффективно идентифицировать расы возбудителей. Классические методы требуют времени и ресурсов для идентификации организма до таксономического уровня конкретной формы. Позже для решения этих проблем были разработаны методы молекулярного анализа, основанные на технологии ПЦР [5].

Fusarium oxysporum f. sp. *ciceri* (foc) в чистом культуральном состоянии, при выращивании на среде PDA (Potato Dextro Agar) мицелий гриба окружает чашку Петри в виде разнообразного хлопкового бархата, это согласуется с результатами Ортиса и других. (2011) Морфологический вид изолятов Foc 4 и 5 описывался как ватный бархат. Первая раса имела желтоватый цвет, расы 2 и 5 оказались кремовыми, расы 3 и 4 оказались розовыми, а раса 6 имела фиолетовый цвет [4]. Расы *F. Oxysporum* меняют цвет с белого до темно-фиолетовый под влиянием условий окружающей среды, то есть состава питательных веществ, температуры и частичной освещенности в зоне произрастания [6].

У нас исследования проводились на Дурмонском полевом экспериментальном участке Институт Генетики и Экспериментальной Биологии Растений АНРУз. Морфо-фенологические наблюдения проведены на 96 образцах из 60 образцов CIFWN – международного элитного питомника нута, устойчивого к фузариозному вилта, и 36 образцов CIENMED Международный центр сельскохозяйственных исследований в засушливых зонах (ИКАРДА). Наряду с этими наблюдениями изучались и признаки болезней растений. Степень заболеваемости в образцах фузариозом оценивали от 0 до 4 баллов [7].

Уровень заболеваемости отмечали 2 раза во время цветения и образование бобов. (Рисунок 1). Признаки болезни наблюдались у 12 образцов растений из 96 образцов нута, средний балл составил 1,7.

Материалы и методы. Образцы зараженных растений были собраны с поля. Вся почва и остатки были тщательно смыты с частей растения. Образец длиной 5 см, срезанный из верхней корневой части растения, помещали в химический стакан, содержащий 0,5% NaOCl, на 5 минут, затем вынимают из раствора, снова промывают чистой дистиллированной водой и нарезают более мелкими кусочками размером 3-5 мм. Внутреннюю часть стебля каждого кусочка контактировали с питательной средой в чашке Петри. Инкубировали при 25°C до тех пор, пока не наблюдался достаточный рост грибов. (Рисунок 2).



Рис.1. Растение нута, пораженное фузариозом в полевых условиях нута.

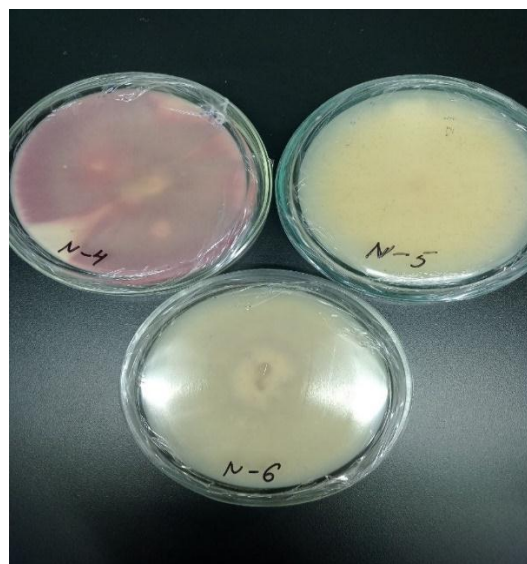


Рис. 2. Грибы, выделенные из больных растений

Результаты. Всего из зараженных растений нута в полевых условиях выделили 8 патогенных грибов, перенесли на новые питательные среды и провели микроскопический анализ. Образцы ДНК были извлечены из 8 патогенных грибов после культивирования. Выполнен ПЦР-анализ на общий для грибов маркер ITS. Результаты ПЦР были положительными, также были секвенированы образцы ДНК грибов. По результатам секвенирования установлено, что 8 выделенных патогенных грибов относятся к 3 видам *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* и *Fusarium brachygibbosum* по данным NCBI. Штаммы грибов, идентифицированные по результатам секвенирования, были помещены в базу данных NCBI.

Заключение. По результатам можно сказать, что возбудитель wilt растения нута *Fusarium oxysporum* развивается во внутреннем слое стебля растения и поражает как корневые, так и близкокорневые части этого растения, а также других представителей группы фузариозных патогенных грибов. На развитие фузариоза нута влияет не один, а несколько видов грибов фузариоза.

Библиографический список

1. National Diagnostic Protocol for the detection of Fusarium Wilt of Chickpea (*Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*) Dr James Cunnington, Mr Kurt Lindbeck and Dr Rodney H. Jones August 2007
2. Haware MP and Nene YL (1982) Symptomless carriers of the chickpea wilt *Fusarium*. Plant Disease, 66
3. Leslie JF, Summerell BA (2006) The *Fusarium* Laboratory manual. (Blackwell Publishing: Iowa, USA).
4. PCR based race identification of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* using molecular markers kn poornima, pr sabaale, prakash g patil, alok das, kr sooren and np singh icar-indian

institute of pulses research, kanpur-208024, india, e-mail: poornimakn4@gmail.com (received: january 13, 2017, accepted: march 14, 2017)

5. Jiménez-Gasco M. M. and R. M. Jiménez-Díaz (2003) The *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*/Cicer arietinum pathosystem: A case study of the evolution of plant-pathogenic fungi into races and pathotypes. *International Microbiology* 7

6. Rodrigues, A.A.C., Menezes, M. Identification and pathogenic characterization of endophytic *Fusarium* species from cowpea seeds. *Mycopathologia* 159, 79–85 (2005). <https://doi.org/10.1007/s11046-004-7138-x>

7. Chumakov, M. P., and S. G. RUBIN: Improvement of methods for intratypic differentiation of polioviruses. *I. Arch. ges. Virusforsch.* 46, 61–65 (1974).

ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕЙКОЦИТАРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБРАЗЦОВ КРОВИ БОЛЬНЫХ ТУБЕРКУЛЁЗОМ НА ТЕРРИТОРИИ БУХАРСКОГО РЕГИОНА

Назаров Ж.С.Э., Камолов О.О.

**Бухарский государственный медицинский институт имени Абу Али ибн Сино,
г. Бухара, Республика Узбекистан**

Введение. Кровь как одна из наиболее реактивных сред организма является индикатором показывающим тяжесть инфекционного процесса в организме. При хронических инфекционных заболеваниях, таких как туберкулез, важно изучать иммунный статус пациентов для последующего протокола лечения и понимания степени тяжести протекания инфекционного процесса в организме больного туберкулёзом.

Материалы и методы. В целях избегания преаналитических ошибок, контаминации и искажения результатов анализов, каждую пробирку мы нумеровали в соответствии с тетрадью регистрации, в которой последовательно были указаны данные пациентов. Для определения количества лейкоцитов, в качестве материала для исследования, мы использовали образцы цельной венозной или капиллярной крови.

Забор венозной крови осуществлялся в вакутайнеры, содержащих антикоагулянт ЭДТА К2 (фиолетовая пробирка), при помощи специальной двухсторонней полый иглы с канюлей. После чего, лёгкими волнообразными движениями мы перемешивали содержимое флакона и венозную кровь (для сдерживания сворачивания крови). Собранный материал исследовали при помощи гематологического анализатора (аппарат DYMINDF50, Китай), благодаря чему мы получили исследуемое количество лейкоцитов (WBC) и зафиксировали результаты. Принцип работы гематологического анализатора основан на методе электрического импеданса. Его суть заключается в том, что исследуемую кровь пропускают между двумя электродами через тонкое отверстие, рассчитанное на прохождение только одной клетки.

Для проверки подлинности результатов мы решили провести повторные исследования, но уже ручным методом.

В пустую пробирку налили 400 мкл раствора уксусной кислоты (CH_3COOH), взяли капиллярную кровь из безымянного пальца в объёме 20 мкл. Для подсчета лейкоцитов мы использовали камеру Горяева. Перед началом анализа тщательно промыли камеру Горяева и плотно сверху закрыли покровным стеклом, после чего стеклянной палочкой в пространство

между стеклом и камерой ввели наш образец. Проверили на отсутствие воздушных капель и на полное заполнение камеры. После заполнения камеры оставили в покое на минуту ради оседания форменных элементов. Потом положили камеру Горяева в горизонтальном положении к объективу оптического микроскопа, под небольшим свечением и установили 10-кратное увеличение объектива.

Подсчёт лейкоцитов осуществили в 25 больших секторах (квадратах) камеры Горяева, эти секторы (квадраты) в свою очередь делятся на ещё меньшие по размеру 4 маленьких квадрата (25*4=100). Лейкоциты, которые располагаются снаружи, на верхней и на левой границе небольших квадратиков не подсчитывались. Количество лейкоцитов в каждом небольшом квадрате записывали в тетрадь. Для расчёта лейкоцитов в 1 мкл крови подсчитали по следующей формуле:

$$x = \frac{a \cdot 250 \cdot c}{b}$$

Здесь: x – количество лейкоцитов в 1 мкл крови,

a – количество подсчитанных лейкоцитов в 25 квадратах,

b – количество маленьких подсчитанных квадратов,

c – степень разведения крови,

1/250 мкл – площадь квадратов.

Результаты и обсуждение. Лейкоцитарные показатели крови на основе лабораторных исследований, были включены в таблицы для статистической обработки результатов анализов.

Таблица – Лейкограмма 150 пациентов БоцФиП до и после лечения

Лейкограмма	до/после лечения	Норма	Пониженный уровень	Повышенный уровень
Базофилы 0-1%	до лечения	148	–	2
	после лечения	148	–	2
Лимфоциты 19-37%	до лечения	81	60	9
	после лечения	87	45	18
Метамиелоциты (–)	до лечения	90	–	60
	после лечения	84	–	66
Миелоциты (–)	до лечения	102	–	48
	после лечения	128	–	22
Моноциты 3-11%	до лечения	113	18	19
	после лечения	117	5	28
Нейтрофилы палочкоядерные 1-6%	до лечения	59	–	91
	после лечения	83	1	66
Нейтрофилы сегментоядерные 47-72%	до лечения	22	120	8
	после лечения	32	115	3
Плазмоциты (–)	до лечения	146	–	4
	после лечения	150	–	–
Эозинофилы 0,5-5 %	до лечения	123	7	20
	после лечения	118	4	28

Преобладающей биологической функцией лейкоцитов является защитная функция организма от различных патогенов. Острая фаза туберкулёза легких часто сопровождается снижением уровня общей популяции Т-лимфоцитов [1]. Лейкоцитоз чаще обнаруживается при инфекционных заболеваниях с преимущественным поражением иммунных клеток, что имеет место быть при туберкулёзной инфекции, ведь макрофаги, как правило, это первый тип иммунных клеток, которые сталкиваются с возбудителем туберкулёза.

Присутствие миелоцитов и более «зрелых» метамиелоцитов аномалия, данные клетки не должны находиться в крови, так как в норме присутствуют только в костном мозге. Даже минимальное значимое содержание таких клеток в анализе крови, скорее всего, говорит о патологии. К примеру, наличие метамиелоцитов в крови может указывать на снижение качества функционирования иммунной системы. Инфекционные процессы, протекающие в тяжелой форме, антибиотикотерапия, некротические поражения тканей организма, опухолевые процессы, интоксикации различного рода могут приводить к появлению «незрелых» гранулоцитов в периферической крови обследуемых людей [2]. Моноциты (группа агранулоцитов) специализируются на удалении из макроорганизма отмирающих клеток и их остатков, а также бактерий и комплексов антиген-антитело. Их увеличение или моноцитоз яркое свидетельство таких инфекционных заболеваний как туберкулёз, бруцеллёз, сифилис и некоторых протозойных инфекций. Также моноцитоз может наблюдаться в период выздоровления после острых состояний. Монопения может вызываться апластической анемией и оперативными вмешательствами, стресс также может влиять на уменьшение количества моноцитов в крови [5].

Нейтрофилы (микрофаги) в основном обладают бактерицидной и дезинтоксикационной функциями, участвуя в фагоцитозе. В крови выделяют палочкоядерные (более молодые) и сегментоядерные (зрелые) нейтрофилы. При этом наличие более «юных» палочкоядерных нейтрофилов в периферической крови свидетельствует о некой патологии и происходит это вследствие стимуляции повышенной продукции клеток этого вида. Нейтрофилия (увеличение количества) палочкоядерных нейтрофилов часто наблюдается при туберкулёзной инфекции, что подтверждается значительным количеством пациентов БоцФиП (Бухарского областного центра фтизиатрии и пульмонологии) с высоким значением данных клеток при анализе крови [4]. Нейтропения сегментоядерных нейтрофилов происходит в результате перегрузки костного мозга и нарушения созревания клеток. Костный мозг не успевает производить новые клетки для иммунной защиты в силу истощенности. Угнетения работы костного мозга часто происходит в результате интоксикации токсичными продуктами жизнедеятельности патогенной флоры, в том числе патогенными микобактериями. Из-за снижения количества сегментоядерных нейтрофилов макроорганизм не может сформировать адекватный иммунный ответ. Нейтропения часто наблюдается при туберкулёзе [3].

Заключение. Из вышеуказанной таблицы можно сделать предварительный вывод, что у большего числа обследуемой группы больных клеточная форма иммунитета, находится, как правило, в норме, хотя наблюдается достаточно высокий процент больных туберкулёзом с лейкоцитозом. При исследовании наблюдалось, в преимущественной форме лимфопения у пациентов БоцФиП (Бухарского областного центра фтизиатрии и пульмонологии), которая могла свидетельствовать о вторичных иммунных дефицитах и хронической болезни лёгких.

Библиографический список

1. Назаров Ж.С.Э. Особенности изменений гуморального и клеточного иммунитета у больных с туберкулезной инфекцией. // Материалы II Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты микробиологии в науке и образовании». Рязань, 2023 год. С. 71-73.
2. Ardain A., Domingo-Gonzalez R., Das S., Kazer S., Howard N. et al Group 3 innate lymphoid cells mediate early protective immunity against tuberculosis // Nature. 2019. No 570. P. 528-532.
3. Cambier C., Falkow S., Ramakrishnan L. Host evasion and exploitation schemes of Mycobacterium tuberculosis // Cell. 2014. No 159 (7). P. 1497-1509.
4. Nazarov J.S.E. Comparative immunobiological characteristics of primary and secondary tuberculosis with multiple and extensively drug resistance // International Journal of Health Systems and Medical Sciences. Vol. 2. No 5. P. 108-110.
5. Scriba J. Thomas, Anna K. Coussens, Helen A. Fletcher. Human immunology of tuberculosis // Microbiology Spectrum. 2017. No 5 (1). P. 213-237.

АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ БАКТЕРИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ПАРОДОНТАЛЬНЫХ КАРМАНОВ ОТ ПАЦИЕНТОВ С ПАРОДОНТИТОМ

Ненно П.В., Гимранова И.А., кандидат медицинских наук, доцент,

Баймиев Ал.Х., доктор биологических наук, доцент,

Баймиев А.Х., доктор биологических наук, доцент

**ФГБОУ ВО Башкирский государственный медицинский университет Минздрава
России, г. Уфа, Республика Башкортостан**

Введение. На сегодняшний день заболевания пародонта являются достаточно актуальной проблемой в практике врачей стоматологов. Около 95% взрослых и 80% детей страдают теми или иными признаками заболеваний пародонта. Пародонт является комплексом околозубных тканей, функцией которых является фиксация зубов. Данные ткани могут подвергаться воспалительным процессам, и в отсутствии лечения это приводит к нарушению жевательной функции и утрате зубов [1]. На данный момент, существующие методы лечения заболеваний пародонта неэффективны и не приводят к выздоровлению пациентов.

Материалы и методы. Материалом для исследования являлись: ротовая жидкость и жидкость с пародонтальных карманов от пациентов разной возрастной группы с заболеваниями пародонта. Клинический материал был получен из клиники «Примадент» г.Уфы. Посев биологических жидкостей производился на коммерческие питательные среды: агар MRS (HIMEDIA, Индия), агар ГМФ (НИЦФ, Россия) с добавлением животной крови 5% от объема среды, агар Солевой (НИЦФ, Россия), Шоколадный агар (Оболенск, Россия), агар Сабуро (Оболенск, Россия), агар Эндо (Оболенск, Россия). Инкубацию посевов производили в CO₂ инкубаторе и термостате при 37°C до 2х суток, чашки с агаром Сабуро – до 4х дней при 28°C. Далее проводили идентификацию при помощи масс-спектрометрии Autof MS2600. Затем идентифицированные культуры инкубировали в течение 2х суток в термо-шейкере при 37°C с целью увеличения биомассы. Антибактериальные свойства определяли с

использованием штамма *E.coli* BW25113 дельта *tolC*, в который встроен плазмидный вектор pDualrep2, содержащий в себе гены флуоресцентных белков: Katushka2S (максимум испускания 635 нм) и RFP (максимум испускания 584 нм). При действии антибиотика на процесс синтеза белка, увеличивается выработка дальнего красного белка Katushka2S. А при нарушении в клетке репликации ДНК либо транскрипции повышается экспрессия красного белка RFP. Штамм *E.coli* BW25113 имеет повышенную чувствительность к антибактериальным веществам, так как у него отсутствует ген *tolC*. TolC является порином, благодаря которому из клетки удаляются различные соединения через внешнюю мембрану [2-5]. Посев *E.coli* BW25113 и анализируемого штамма производился на питательную среду LB, с последующей инкубацией в термостате на 37°C 24ч. В качестве контроля эксперимента использовали два антибиотика: левофлоксацин (маркер нарушения репликации ДНК/транскрипции) и эритромицин (маркер нарушения синтеза белка). Анализ результатов проводился на приборе Bio RAD ChemiDoc MP Imaging System.

Результаты и обсуждение. В процессе исследования у пациентов были обнаружены бактерии: *Staphylococcus aureus*, *S. capitis*, *S. warneri*, *S. epidermidis*, *S. saprophyticus*, *Streptococcus mitis*, *St. Viridans*, *St. salivarius*, *St. parasanguinis*, *Corynebacterium amycolatum*, *Lactobacillus* spp., *Neisseria* spp., *Enterobacter kobei*, *Enterococcus faecalis*, *Proteus mirabilis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Ps. stutzeri*, *Bacillus pseudomycoides*, *Acinetobacter lwoffii*, *Acinetobacter baumannii*, *Acinetobacter junii*, *Micrococcus luteus*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Leuconostoc citreum*, *Mobiluncus mulieris*, *Kocuria rosea*, *Weissella cibaria* и грибы: *Candida albicans* и *C. tropicalis*. Антибактериальные свойства были выявлены у 6,86% бактерий. Способность подавлять рост иных микроорганизмов обнаружена у *K. pneumoniae* (71,42% от общего количества случаев) и *Ps. aeruginosa* (14,28%) с механизмом действия – нарушение транскрипции/репликации ДНК, а также у *S. epidermidis* (14,28%) с механизмом действия – нарушение синтеза белка (рис. 1). У остальных бактерий антибактериальные свойства не были обнаружены.

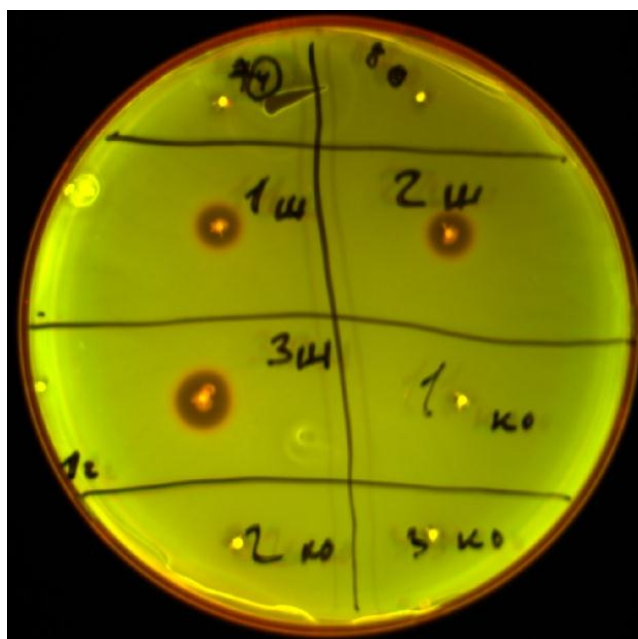


Рис. 1. Антибактериальные свойства бактерий с действием на процесс синтеза белка *E.coli* BW25113 дельта *tolC*.

Заключение. По результатам исследования биоматериала от пациентов с заболеваниями пародонта, была выявлена способность условно-патогенной микрофлоры из пародонтальных карманов продуцировать различные антибактериальные компоненты, что приводит к подавлению роста других микроорганизмов ротовой полости.

Библиографический список

1. Гончарик П.В., Кравченко А.В., Панасюк Г. Д. Заболевания пародонта. // Практическое пособие для врачей. ГУ «РНПЦ РМиЭЧ». Гомель, 2018. С. 37.
2. Лукьянов Д.А. Никандрова А.А., Имамутдинова А.Н., Волынкина И.А. Поиск новых антибиотиков и изучение их механизмов действия. // XX Всероссийская молодежная школа-конференция по актуальным проблемам химии и биологии: материалы конференции. ТИБОХ ДВО РАН. Владивосток, 2023. С. 60.
3. Шуленина О.В., Яровой Б.Ф., Тимковский А.Л., Полесскова Е.В. Флуоресцентные репортеры в поиске новых антибактериальных препаратов. // Неделя науки СПбПУ: материалы научной конференции с международным участием. Институт биомедицинских систем и технологий. СПб, 2018. С. 219-221.
4. An W.F., Tolliday N. Cell-based assays for high-throughput screening // Molecular Biotechnology: электронный журнал. 2010. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12033-010-9251-z> (дата обращения: 02.04.2024).
5. Osterman I.A. et al. Sorting Out Antibiotics' Mechanisms of Action: a Double Fluorescent Protein Reporter for High-Throughput Screening of Ribosome and DNA Biosynthesis Inhibitors // Antimicrobial Agents and Chemotherapy: электронный журнал. 2016. URL: <https://journals.asm.org/doi/full/10.1128/aac.02117-16> (дата обращения: 02.04.2024).

РНК-АЗА СЛЮНЫ, КАК ФАКТОР ПРОТИВОВИРУСНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНИЗМА

**Пикулев М.А., Морозов И.А., Годовалов А.П., кандидат медицинских наук, доцент
ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика
Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Пермь, Россия**

Введение. В последние годы наблюдается рост заболеваемости инфекциями, обусловленными РНК-содержащими вирусами. Среди этих вирусов значительный ущерб здоровью населения приносят коронавирусы, вирусы гриппа и кори, респираторно-синцитиальный вирус и др. К сожалению, до сих пор отсутствуют эффективные этиотропные средства лечения таких инфекций. Однако, поскольку для большинства этих вирусов наиболее характерен воздушно-капельный путь заражения, важно провести поиск противовирусных агентов в слюне, назальном секрете, отделяемом ротоглотки. В ротовой жидкости человека содержится РНКазы А, которая по данным отечественных исследований, обладает противовирусной активностью по отношению к респираторно-синцитиальному вирусу, снижая его способность проникать в эпителиальные клетки [1].

Цель исследования: изучение активности РНКазы слюны практически здоровых людей.

Материалы и методы. В исследование включили 50 (25 мужчин, 25 женщин)

практически здоровых добровольцев, у которых натошак получали пробы нестимулированной, смешанной слюны. У всех участников исследования в анамнезе был COVID-19, подтвержденный с помощью ПЦР. Тяжесть и давность заболевания оценивали по амбулаторным картам. Активность РНКазы слюны определяли по убыли оптической плотности окрашенного раствора РНК, с помощью спектрофотометра PowerWave (США). Кроме этого оценивали концентрацию общего белка с помощью биуретовой реакции (Россия).

В экспериментальных исследованиях использовали рибонуклеазу А (neoFroxx GmbH, Германия), которой обрабатывали образцы инфицированные SARS-CoV-2. После 10 минутной инкубации проводили полимеразную цепную реакцию с использованием набора реагентов ОТ-ПЦР-PB-SARS-CoV-2 (ООО «Синтол», Россия).

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью t-критерия Стьюдента, за пороговый уровень значимости принимали $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. При изучении активности фермента у лиц разного пола статистически значимых отличий не выявлено ($p = 0,84$).

Таблица 1 – Активность фермента у мужчин и женщин

Показатель	Пол	
	Мужчины	Женщины
Активность фермента	3,11±1,04 у.е. на 1 г белка	2,66±0,43 у.е. на 1 г белка

Примечание: у.е.- условные единицы.

По давности заболевания COVID-19 участников исследования разделили на две группы. Первую группу составили лица, перенесшие COVID-19 около 1 года, а вторую – более 2 лет назад. У добровольцев второй группы активность фермента статистически значимо выше, чем у добровольцев первой ($p = 0,05$). Существенных различий по активности РНКазы в зависимости от тяжести перенесенного COVID-19 не выявлено.

Таблица 2 – Активность фермента в зависимости от давности перенесенного COVID-19

Показатель	Давность заболевания	
	1.25±0,14 лет	2,20±0,20 лет
Активность фермента	1,59±0,54 у.е. на 1 г белка	4,04±0,83 у.е. на 1 г белка

Примечание: у.е.-условные единицы.

При проведении исследований *in vitro* препарат РНКазы А приводил к разрушению РНК вируса SARSCoV-2, которая не определялась в ПЦР.

Можно предположить, что РНКазы слюны играет значительную роль в противовирусной защите организма, поскольку у тех, кто перенес COVID-19 в течение года, активность фермента ниже. Полученные результаты согласуются с литературными данными о том, что РНКазы слюны может искажать результаты ПЦР детекции РНК-содержащих вирусов, а также о том, что фермент способен инактивировать такие вирусы как вирус клещевого энцефалита, вирусы гриппа и другие [2].

Заключение. Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что активность РНКазы слюны не зависит от пола, восстановление активности этого фермента после перенесенного COVID-19 занимает в среднем 2 года. Препарат РНКазы А в

условиях *in vitro* способен разрушать РНК-содержащие вирусы.

Библиографический список

1. Морозов И.А., Годовалов А.П., Оборин Д.А. Деструктивное действие РНКазы А на вирус SARS-COV-2 (исследование *in vitro*) // Медицинский академический журнал. 2021. Т. 21. № 3. С. 129–132.
2. Nishibata Y, Koshimoto S, Ogaki K, Ishikawa E, Wada K, Yoshinari M, Tamura Y, Uozumi R, Masuda S, Tomaru U, Ishizu A. RNase in the saliva can affect the detection of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 by real-time one-step polymerase chain reaction using saliva samples. *Pathol Res Pract*. 2021;220:153381.

ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ АСПЕРГИЛЛЕЗОМ НА ФОНЕ COVID-19

Рагимов Ф.А., Колыганова Т.И., кандидат медицинских наук

Бакинский филиал ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова» (Сеченовский университет) Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Баку, Азербайджан

Введение. Пандемия, вызванная вирусом SARS-CoV-2, в той или иной степени затронула все социальные и возрастные группы населения. Важным предиктором развития вторичных инфекционных осложнений, безусловно, является иммунный статус пациента. Особый интерес представляет изучение взаимосвязи инфицирования коронавирусом с риском развития оппортунистических инфекций, вызванных широко распространенными во всем мире грибами рода *Aspergillus* spp. у лиц изначально без иммунодефицитного статуса.

Материалы и методы. Проведен ретроспективный анализ данных литературы с 2020 по 2023 год с применением индексируемых баз данных – PubMed, e-Library, Scholar.

Результаты и обсуждение. SARS-CoV-2 относится к оболочечным, однонитевым +РНК-содержащим вирусам и принадлежит к семейству Coronaviridae, рода Betacoronavirus. Его основной мишенью для проникновения в клетку является фермент TMPRSS2 и рецептор ACE2, причем синтез последнего индуцируется выработкой интерферонов [1]. Соответственно, усиление естественного противовирусного ответа, обусловленного интерферонами и последующее увеличение числа рецепторов для связывания вируса с клеткой, может послужить причиной тяжести протекания инфекционного процесса. Ввиду крупного размера грибковых патогенов для фагоцитоза, основными звеньями противогрибкового иммунитета, помимо выработки интерферонов, являются нетоз нейтрофилов – выброс ДНК-ловушек с антимикробными пептидами, окислительными радикалами, белковыми хелаторами незаменимых ионов (например, кальпротектина, улавливающего ионы Fe^{2+} , Zn^{2+} и Mn^{2+}) и гуморальные факторы адаптивного иммунитета – иммуноглобулины классов М, G, А [2].

У здоровых, иммунологически не компрометированных лиц, заражение грибами рода *Aspergillus* spp. встречается редко. Тем не менее, инфицирование SARS-CoV-2 при среднетяжелом и тяжелом течении может привести к присоединению вторичного инфекционного процесса микогенной этиологии [3]. Иммунологические механизмы,

лежащие в основе коинфицирования микозами изучены недостаточно, однако имеется ряд данных по влиянию таких факторов, как прямое повреждение эпителия дыхательных путей коронавирусом, усиливающее инвазионный грибковый процесс, снижение числа Т-лимфоцитов, активных гранулоцитов и макрофагов, выполняющих основную роль в регуляторном и эффекторном клеточном иммунном ответе и дисрегуляция в производстве цитокинов [4, 5].

В многоцентровом исследовании, проводимом на территории Российской Федерации, была показана заболеваемость инвазивным аспергиллезом (ИА) у инфицированных коронавирусом пациентов (COVID-ИА) в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) – частота составила 1,7% - 26,8%, показатель летальности при коинфицировании *Aspergillus* spp. возрастал до 16–35% [6]. Основными возбудителями инвазивного аспергиллёза явились *A. fumigatus* (61%), *A. niger* (26%) и *A. flavus* (4%). Общая выживаемость больных COVID-ИА в ОРИТ в течение 12 недель составила 42%.

В другом исследовании, проводимом на территории Италии, при наблюдении 108 пациентов с микробиологически подтвержденным COVID-19 и находящихся на искусственной вентиляции легких, инвазивный аспергиллез легких был диагностирован у 30 пациентов (27,7%) в среднем через 4 дня после поступления в ОРИТ [7]. Отмечался значительно более высокий уровень смертности в течении 30-дней от поступления в ОРИТ у пациентов с ИА - 44% по сравнению с пациентами, не соответствующим критериям ИА - 19%.

Заключение. Таким образом, ввиду иммунологической несостоятельности ряда важных противогрибковых факторов иммунитета у пациентов с коронавирусной инфекцией, вопрос своевременной профилактики по предупреждению развития микозов стоит особенно остро. Грибы рода *Aspergillus* spp. являются одним из самых широко представленных таксонов-возбудителей не только поверхностных, но и глубоких, инвазивных микозов, значительно влияющих на показатель выживаемости пациентов с среднетяжелым и тяжелым течением коронавирусной инфекции. Следовательно, информация о частоте встречаемости, распространенности, влиянии иммунного статуса пациента, а также мониторинг чувствительности *Aspergillus* spp. к антимикотическим препаратам позволит врачу-клиницисту своевременно выбрать эффективную тактику лечения таких пациентов.

Библиографический список

1. SARS-CoV-2 Receptor ACE2 is an interferon-stimulated gene in human airway epithelial cells and is enriched in specific cell subsets across tissues. / Ziegler C., Allon A.S., Nyquist S.K., et al. // *Cell*. – 2020. – Vol.181. – №5. – 1016–35. e19.
2. Immunity to fungi in the lung. / L.J. Heung, D.L. Wiesner, K. Wang, A. Rivera, T.M. // *Hohl Semin Immunol*. – 2023 – Vol. 66 – 101728.
3. Afzal, S. Aspergillosis and mucormycosis in COVID-19 patients: A Systematic Review. / S. Afzal, M. Nasir // *J Coll Physicians Surg Pak*. – 2022. – Vol.32 – №5– P.639-645.
4. Immunological response to COVID-19 and its role as a predisposing factor in invasive aspergillosis. / M. Tavakoli, T. Shokohi, C. Lass Flörl, M.T. Hedayati, M. Hoenigl // *Curr Med Mycol*. – 2020. – Vol.6– №4– P.75-79.
5. Defining and managing COVID-19-associated pulmonary aspergillosis: the 2020 ECM/ISHAM consensus criteria for research and clinical guidance. / P. Koehler, M. Bassetti, A. Chakrabarti et.al // *Lancet Infect Dis*. – 2021. – Vol.21. – №6. – e149-e162.

6. Инвазивный аспергиллез у больных COVID-19 в отделениях реанимации и интенсивной терапии: результаты многоцентрового исследования. / О.В. Шадривова, С.А. Рачина, Д.А. Стрелкова, и др. // КМАХ. – 2022. – №4.

7. Epidemiology of invasive pulmonary aspergillosis among intubated patients with COVID-19: A Prospective Study. / M. Bartoletti, R. Pascale, M. Cricca, et al. // Clinical Infectious Diseases: an Official Publication of the Infectious Diseases Society of America. – 2021. – Vol.73 – №11. – e3606-e3614.

СЕКЦИЯ 2. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА ПРОФИЛАКТИКИ, ДИАГНОСТИКИ, ЛЕЧЕНИЯ ИНФЕКЦИОННЫХ И ПАРАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ВРОЖДЕННОГО ТОКСОПЛАЗМОЗА (TOXOPLASMA GONDII)

Ваулина Т.А., Гаврилова К.А.

**ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации**

Введение. Токсоплазмоз входит в группу TORCH-инфекций, поэтому плацента служит первым и наиболее важным барьером защиты плода. Приобретенная инфекция во время беременности и нарушение функции плаценты лежат в основе серьезных последствий токсоплазмоза: *T. gondii* может повлиять на исход беременности, вызывая выкидыши, мертворождения, преждевременные роды, появление у детей гидроцефалии, микроцефалии или умственной отсталости, а также других более поздних неврологических, офтальмологических или слуховых заболеваний [2, 4].

Кроме того, распространенность инфекции *T. gondii* среди беременных женщин составляет 33,8%, и ежегодно около 201600 детей рождаются с врожденным токсоплазмозом (эквивалентно 14,4 случаям на 10000 живорождений в мире) [5].

Риск передачи инфекции плоду составляет около 25-65% и увеличивается с гестационным возрастом, а тяжесть заболевания обратно пропорциональна гестационному возрасту [3].

При этом в некоторых странах токсоплазмоз не принимается во внимание, а центры по контролю и профилактике заболеваний считают его забытым паразитарным заболеванием [6].

Материалы и методы. Метод теоретического анализа данных, из эмпирических методов – описание и обобщение данной информации.

Результаты и обсуждение. Клинические проявления токсоплазмоза у людей зависят от триместра беременности. Заражения на ранних сроках часто связаны с невынашиванием, тогда как инвазии в середине беременности и третьем триместре встречаются чаще и приводят к порокам развития плода [4].

Клинические симптомы токсоплазмоза неспецифичны, их недостаточно для установления точного диагноза, поэтому диагностирование токсоплазмоза во время беременности считается трудной задачей для из-за сложности интерпретации данных и проводится с помощью серологических, гистологических или молекулярных методов, а также их комбинации [3].

Для правильной диагностики гестационного токсоплазмоза необходимо провести тесты на анти- *T. gondii* IgM и IgG: антитела IgG для диагностики хронической инфекции, а антитела IgM – для дифференциации первичной/недавней и хронической инфекции, а также тест на авидность IgG [3, 6].

Несмотря на то, что серологический анализ является одним из основных диагностических методов выявления токсоплазмоза, он имеет множество ограничений: во время активной фазы инфекции этот метод может не обнаружить специфические антитела против токсоплазмы, которые могут выработаться только через несколько недель после

заражения, также из-за неадекватной выработки антител серологический метод может не выявить инфекцию *T. gondii* у лиц с недостаточностью иммунной системы.

Интерпретация значения ПЦР-анализа для диагностики *T. gondii* позволяет избежать ограничений, возникающих при использовании только серологических методов. Сочетание серологического и молекулярного методов более точно позволяет выявить недавнюю инфекцию [3].

Исследование плаценты часто может быть единственным способом обнаружения врожденной инфекции в случаях позднего инфицирования, отсутствия пренатальной диагностики или в случаях отсутствия у новорожденного антител.

Среди методов, используемых для диагностики *T. gondii* у новорожденных, специфический анализ IgM пуповинной крови и сыворотки имеют низкие показатели чувствительности [6].

Нормальное течение беременности характеризуется балансом между воспалительными и регуляторными иммунными реакциями. Для этого требуется большее количество регуляторных Т-клеток (Treg) по сравнению с состоянием вне беременности, что важно для толерантности матери и плода.

Эти клетки – основные источники TGF- β – цитокина, который регулирует иммунный ответ против *T. gondii* посредством развития Treg и клональной экспансии лимфоцитов Th17, которые являются важными факторами иммунного ответа против паразита.

Независимо от того, повреждены ли Treg во время беременности, вероятность осложнений возрастает. При этом инфекционные процессы, сопутствующие беременности, могут изменить этот гомеостаз и повлиять на развитие плода.

Таким образом, иммунный статус у беременных определяет течение инфекции *T. gondii*, при котором равновесие между воспалительными и регуляторными цитокинами смягчает пагубное воздействие на плаценту и плод [2].

Если передача инфекции плоду не подтверждена, для предотвращения вертикальной передачи используют антибиотик спирамицин, т.к. этот макролидный препарат не является перекрестно-плацентарным.

Также традиционным методом лечения врожденного токсоплазмоза является комбинация сульфадиазина и пириметамина с фолиевой кислотой. Однако это классическое лечение имеет тератогенный эффект и подавление функции костного мозга [1].

При этом лечение беременной может снизить концентрацию простейших в плаценте и, следовательно, напрямую повлиять на вероятность обнаружения ДНК *T. gondii*: в 62,5% плацент беременных, получавших спирамицин, обнаружили ДНК простейших, у женщин, не получавших лечения, выявляемость составила 86,7%.

Следовательно, лечение беременных способствует улучшению клинических результатов у младенцев. При этом остаются вопросы о лечении для предотвращения заражения плода или его излечения, но это лучший способ предотвратить более серьезные патологии в перспективе [6].

Также при подтверждении инфекции плода и в большинстве случаев при симптомах токсоплазмоза применяется комбинация пириметамина и сульфадиазина. Но эти препараты тяжело переносятся, плохо взаимодействуя с биохимическими процессами паразита и хозяина, вызывая побочные эффекты: подавление функций костного мозга, мегалобластную анемию, лейкопению и гранулоцитопению.

Необходимы новые терапевтические стратегии для уменьшения подобных эффектов и улучшения контроля инфекции.

Многообещающей альтернативой являются биогенные наночастицы серебра (AgNP-Bio), т.к. обладают противомикробной, противовирусной и противопаразитарной активностью.

Установлено, что AgNP-Bio в концентрациях 50, 200 и 800 мкм/мл вызывают значительное снижение внутриклеточной пролиферации *T. gondii*. При этом основными характеристиками наночастиц являются низкая токсичность, модуляция фармакокинетики, повышенная биодоступность и возможность транспортировки фармакологических компонентов, что позволяет доставлять препарат непосредственно к органу-мишени [1].

Заключение. Иммунный статус у беременных определяет течение инфекции *T. gondii*, при котором равновесие между воспалительными и регуляторными цитокинами смягчает пагубное воздействие на плаценту и плод [2].

Лечение беременных способствует улучшению клинических показателей у младенцев, что является лучшим способом предотвратить более серьезные патологии в перспективе [6].

Наночастицы серебра - перспективная альтернатива традиционным методам лечения врожденного токсоплазмоза, т.к. они нетоксичны, обладают антимикробной и противовоспалительной активностью, а также вызывают значительное снижение внутриклеточной пролиферации *T. gondii*. При этом AgNP-Bio также участвуют в производстве компонентов микробицидов, таких как активные формы кислорода [1].

Библиографический список

1. Costa I.N., Ribeiro M., Silva Franco P. [et al.] Biogenic Silver Nanoparticles Can Control *Toxoplasma gondii* Infection in Both Human Trophoblast Cells and Villous Explants. // Front Microbiol. 2021. Vol. 11, P. 623947.
2. Dos Santos P.V., de Toledo D.N.M., de Souza D.M.S. [et al.] The imbalance in the relationship between inflammatory and regulatory cytokines during gestational toxoplasmosis can be harmful to fetuses: A systematic review. // Front Immunol. 2023. Vol. 14, P. 1074760.
3. El-Sayad M.H., Salem A.I., Fazary H. [et al.] Detection of toxoplasmosis in aborted women in Alexandria, Egypt using ELISA and PCR. // J. Parasit Dis. 2021. Vol. 45, № 2. P. 539-545.
4. Faral-Tello P., Pagotto R., Bollati-Fogolín M. [et al.] Modeling the human placental barrier to understand *Toxoplasma gondii*'s vertical transmission. // Front Cell Infect Microbiol. 2023. Vol. 13, P. 1130901.
5. Gómez-Chávez F., Murrieta-Coxca J.M., Caballero-Ortega H. [et al.] Host-pathogen interactions mediated by extracellular vesicles in *Toxoplasma gondii* infection during pregnancy. // J. Reprod Immunol. 2023. Vol. 158. P. 103957.
6. Ludwig A., D'ambrosio Fernandes F., Rojas Guerra R. [et al.] Molecular detection of *Toxoplasma gondii* in placentas of women who received therapy during gestation in a toxoplasmosis outbreak. // Infect Genet Evol. 2022. Vol. 97, P. 105145.

ТУБЕРКУЛЕЗ У КУР

Вишневская Ю.Г.

Научные руководители: Глотова Г.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,
Позолотина В.А., кандидат сельскохозяйственных наук
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева», г. Рязань, Россия

Введение. Туберкулез у кур является серьезной проблемой в птицеводстве, вызывая значительные экономические потери и угрожая здоровью птиц и человека. Это заболевание, вызванное бактерией *Mycobacterium avium*, может привести к хроническому воспалению в легких, печени, кишечнике и других органах курицы, что снижает их продуктивность и жизнеспособность. Кроме того, туберкулез у кур представляет опасность для человеческого здоровья, особенно у людей с ослабленной иммунной системой [1].

Однако, несмотря на наличие множества исследований и опыта, относящихся к туберкулезу у людей и других животных, информация о туберкулезе у кур все еще ограничена. Поэтому важно обратиться к актуальным и достоверным источникам информации, чтобы убедиться в правильности диагностики и эффективности применяемых методов лечения у птиц [2].



Рис. 1. Патологоанатомическая картина при туберкулезе.

Материалы и методы. Туберкулез у кур вызывается бактерией *Mycobacterium avium*, которая является одним из видов туберкулезного комплекса *Mycobacterium*. Хотя точные источники инфекции могут быть разнообразными, основные пути передачи включают контакт с инфицированными птицами, потребление загрязненной пищи или воды, а также перенос через воздух.

Высокая плотность птиц в птицефабриках или других местах содержания способствует быстрой передаче инфекции от инфицированных кур к здоровым. Недостаточное пространство и ограниченные возможности для перемещения способствуют распространению бактерий. Плохая гигиена и санитария: недостаточные меры по санитарии и гигиене в курятниках создают благоприятные условия для размножения и распространения бактерий. Нерегулярная очистка и дезинфекция, загрязненные корма и вода могут способствовать возникновению и распространению инфекции. Соседство с другими животными: Если куры содержатся рядом с другими видами животных, такими как свиньи или скот, которые могут быть хозяевами туберкулеза, это увеличивает риск передачи инфекции между различными видами. Куры с ослабленной иммунной системой, вызванной стрессом, плохим питанием или другими заболеваниями, более подвержены туберкулезной инфекции. Снижение иммунитета позволяет бактериям размножаться и вызывать заболевание. Молодые птицы, особенно те, которые только что попали в птицефабрику, более подвержены инфекции. Однако туберкулез может возникнуть в любом возрасте. Туберкулез вызывает ухудшение общего состояния и здоровья кур. Птицы становятся слабыми, теряют вес, снижается их активность и аппетит. Это может привести к снижению производства яиц, мяса и увеличению смертности в стаде.

Несвоевременное обнаружение и лечение туберкулеза у кур может привести к быстрому распространению бактерии во всем стаде. Это увеличивает вероятность заражения других птиц и создает опасность для здоровья и благополучия всего поголовья. Хотя туберкулез у кур в основном влияет на птиц, существует риск заражения людей. Люди, работающие в контакте с инфицированными курами, могут стать носителями бактерии *Mycobacterium avium*. Поэтому необходимо соблюдать меры предосторожности и гигиены при работе с инфицированными птицами [3].

Прогнозы для туберкулеза у кур зависят от многих факторов, включая эффективность лечения, реализацию профилактических мер и контроль над распространением инфекции. Раннее обнаружение, точная диагностика и своевременное начало лечения способствуют более благоприятному прогнозу. Однако следует отметить, что полное исцеление туберкулеза у кур не всегда возможно, и некоторые птицы могут стать носителями бактерии на протяжении длительного времени. Поэтому основным стремлением при лечении и контроле туберкулеза у кур является предотвращение распространения инфекции, снижение заболеваемости и минимизация экономических потерь. Это может быть достигнуто путем внедрения строгих мер по санитарии и гигиене, вакцинации, эффективного лечения и постоянного мониторинга здоровья стада.



Рис. 2. Поражение печени при туберкулезе.

Хотя туберкулез у кур вызван бактерией *Mycobacterium avium*, есть некоторые доказательства на возможность передачи этой инфекции человеку. Люди, работающие непосредственно с инфицированными птицами, особенно те, у кого есть повреждения кожи или ослабленная иммунная система, могут быть в опасности. Борьба с туберкулезом у кур способствует предотвращению передачи инфекции на человека и защите общественного здоровья. Туберкулез у кур может быть источником инфекции для других птиц и животных. Возможность распространения бактерии *Mycobacterium avium* на сельскохозяйственных животных, таких как свиньи или коровы, может создать серьезные проблемы для животноводческой отрасли. Борьба с туберкулезом у кур включает контроль и предотвращение распространения инфекции, что способствует сохранению здоровья и благополучия других животных.

Заключение. Туберкулез у кур может привести к значительным экономическим потерям для птицеводческих предприятий. Потеря продуктивности, необходимость в изоляции и лечении инфицированных птиц, а также уничтожение зараженных стад приводят к снижению прибыли и финансовым трудностям. Соблюдение строгих мер по санитарии и гигиене в курятниках, а также осуществление профилактических вакцинаций, способствуют предотвращению возникновения и распространения инфекции.

Библиографический список

1. Брико Н.И., Онищенко Г.Г., Покровский В.И. Руководство по эпидемиологии инфекционных болезней [в 2 т.]. Т.2. Москва: ООО «Издательство «Медицинское информационное агенство». 2019. 768 с.
2. Инфекционные болезни: национальное руководство. Под ред. Н.Д. Ющука, Ю.Я. Венгерова. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2009. 1040 с.
3. Hajikarimli, S. H. Epizootological situation of bird tuberculosis of the Gandzha-Kazakh economic region / S. H. Hajikarimli // Актуальные научные исследования в современном мире. 2022. No. 1-2(81). P. 6-9. EDN WUMNYX.

ФАРМАКОКИНЕТИКА СУБСТАНЦИИ ЛЕЙКОЦИТАРНОГО ПЕПТИДНОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ОДНОКРАТНОМ ВВЕДЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ЖИВОТНЫМ

Волков А.Г., кандидат медицинских наук

ГАУЗ СО «Серовская городская больница», Свердловская область, г. Серов, Россия

Введение. В настоящее время число антибактериальных пептидов полученных из натурального сырья получено примерно 5000[4]. Антимикробные пептиды в отличие от классических антибиотиков, характеризуются широким спектром антибактериальной активности, обладают положительным зарядом (за счет аргинина и лизина), наличием не менее 60 аминокислотных остатков [6].

В Пермском национальном исследовательском политехническом университете совместно с Пермским медицинским университетом им. Е.А. Вагнера разработана технология получения антибактериальных пептидов посредством ультразвукового воздействия на лейкоциты человека [2]. Проведение экспериментальных фармакокинетических исследований полученной лекарственной субстанции является обязательным условием для проведения клинических испытаний. Существуют методики оценки уровня антимикробной активности пептидов как маркеров состояния отдельных звеньев гуморального иммунитета организма человека [1] и оценку противомикробной активности цельной сыворотки и её отдельных фракции [3]. Во всех случаях не проводится оценка активности исследуемого антибактериального пептида при введении однократно в кровеносное русло экспериментальным животным.

Материалы и методы. Исследуемую фракцию пептидов (мол. массой менее 50 кДа), выделенных из лейкоцитов человека с помощью УЗ-воздействия, вводили внутривенно в организм экспериментального животного (кролики) в дозе 0,015 мкг/кг массы животного. Из ушной вены кролика брали 1,0 мл венозной крови определенные промежутки времени. После формирования сгустка при температуре +37°C избавлялись от форменных элементов путем центрифугирования. Сыворотку исследовали на антибактериальную активность методом двукратных разведений с использованием тест-бактерий *Staphylococcus epidermitis* 33 GISK [5]. Учет результатов проводили визуально, сравнивая рост микроорганизма в положительном контроле (без разведений сыворотки) и в присутствии сывороток крови экспериментальных животных после введения исследуемого антимикробного пептидного комплекса. За условную единицу (УЕ) антибактериальной активности считали обратную

величину максимального разведения сыворотки, при которой наблюдалось торможение роста тест-бактерий.

Результаты и обсуждение. После введения раствора антимикробного пептидного комплекса (АМПК), антибактериальная активность в сыворотке подопытных животных выявлялась уже через 30 мин. Через 1 ч после введения антибактериальная активность сыворотки достигала максимальных значений, которые сохранялись до 3 ч. Резкое снижение антибактериальной активности наблюдалось через 8 ч после введения, а к 18 ч антибактериальная активность в сыворотке подопытных животных возвращалась к фоновому уровню. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Установлено, что АБПК хорошо сохраняется в венозном русле экспериментальных животных, что подтверждалось длительным сохранением антимикробной активности в кровеносном русле в течение 8 ч с начала эксперимента. Анализ полученных результатов показал, что уже в течение первых часов после введения препарата отмечалось повышение уровня антибактериальной активности в кровотоке экспериментальных животных.

Таблица 1 – Динамика антибактериальной активности АМПК в сыворотках крови кроликов после внутривенного введения (n= 5)

Время взятия пробы	Антибактериальная активность сывороток, УЕ
До введения АМПК (фон)	2÷4
30 мин.	16÷128
1 час	32÷256
2 час.	32÷256
3 час	32÷128
4 час	32÷64
5 час	32÷64
8 час	8÷16
18 час	2÷8

Заключение. Таким образом, на данном примере показана важность проведения фармакокинетических исследований введения нового антимикробного препарата в организм экспериментальных животных и учета антибактериальной активности АМПК в сыворотке подопытных животных при внутривенном однократном введении и последующего учета антибактериальной активности образцов сывороток относительно референтного штамма *S.epidermitis* 33 GISK.

Библиографический список

1. Арзуманян В.Г., Михайлова Н.А., Артемьева Т.А. и др. / Способ определения
2. противомикробной активности цельной сыворотки и её антимикробных пептидов//Патент RU 2 686337 от 07.03.2018, Заявка № 2018124240 от 03.07.2018.
3. Волкова Л.В., Гришина Т.А., Волков А.Г. / Способ фракционирования
4. лейкоцитарных белков//Патент РФ № 2737730 от 02 декабря 2020 , Заявка № 2019114590 от 13.05.2019.
5. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам. Методические указания МУК 4.2.1890-04, 2004, 92с.

6. Antimicrobial peptides: discovery, design, and novel therapeutic strategies / Dr. Gufngshun Wang // *Advances in molecular and cellular microbiology*, 18. CAB International, 2010. 230 p.

7. Nguyen L. T., Haney E. F., Vogel H. J. The expanding scope of antimicrobial peptide structures and their modes of action // *Trends Biotechnol.* 2011. Vol. 29, iss. 9. P. 464–472.

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОБОЦИДНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНТИСЕПТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ РАЗНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ГРУПП

**Головина Н.А., кандидат биологических наук, Гусева Т.М., кандидат
сельскохозяйственных наук, доцент, Канина И.В.**

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика
И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Рязань, Россия**

Введение. Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения обеспечивается совершенствованием мер по неспецифической профилактике и борьбе с возникновением и распространением случаев инфекционных заболеваний, в том числе связанных с оказанием медицинской помощи [1, 2, 4]. Современная фармацевтическая промышленность предлагает множество разнообразных антисептических средств с различным химическим составом, обладающих широким спектром активности [3, 5]. Современные антисептики представляют собой композицию нескольких активно действующих веществ в оптимальных соотношениях. Однако большинство представителей транзиторной микрофлоры, контаминирующей кожные покровы, находятся в составе бактериальных ассоциаций. Формирование бактериальных ассоциаций затрудняет проявление потенцирования эффекта составляющих, входящих в состав препарата, в отношении наиболее устойчивых микроорганизмов.

Таким образом, для предупреждения снижения эффективности антисептического эффекта появляется необходимость сравнения антибактериальных свойств разных видов антисептиков в отношении полимикробного сообщества.

Цель исследования – сравнительный анализ эффективности кожных антисептических средств различного химического состава в отношении полимикробного сообщества.

Материалы и методы. В качестве объектов исследования использовались антисептические средства: хлорсодержащие, спиртосодержащие, гуанидины, четвертичные аммониевые соединения и комбинированные. В качестве контроля использовали очищенную воду. Для культивирования выделенных штаммов использовали среды: Эндо (для обнаружения колиформных бактерий), желточно-солевой агар (для обнаружения *Staphylococcus aureus*), Сабуро (для обнаружения грибов).

С целью реализации поставленных задач определяли эффективность действующих веществ в условиях *in vivo* и *in vitro*. Для этого сформирована экспериментальная группа добровольцев. Участие в работе носило добровольный характер, добровольцы были информированы о ходе научного исследования.

Отбор проб производился методом отпечатков, клинические изоляты эпидемиологически значимых штаммов с кожных покровов получали методом смывов

согласно нормативным документам. Для этого, стерильными ватными тампонами тщательно протирали околоногтевые и межпальцевые пространства. Опыты повторяли до и после обработки антисептическими средствами. Посевы инкубировали в условиях термостата с последующей оценкой микробного роста.

Изучение чувствительности клинических изолятов проводили согласно стандартной методике. Стерильные бумажные диски наносили на поверхность ГРМ-агара, засеянного испытуемой культурой микроорганизма. После инкубации в условиях термостата определяли зоны задержки роста. В качестве контроля служили диски, пропитанные стерильной очищенной водой.

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 3.1.10 (разработчик – ООО «Статтех», Россия). Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывались с помощью средних арифметических величин (М) и стандартных отклонений (SD), границ 95 % доверительного интервала (95 % ДИ).

Результаты и обсуждение. В ходе исследования установлена наибольшая антимикробная активность у препаратов с комбинацией химических веществ в составе. При воздействии антисептических препаратов на полимикробное сообщество эффективность препаратов снижалась за счет синергизма устойчивости совокупности микроорганизмов, входящих в состав консорциума. Результаты исследования отображены в таблице 1.

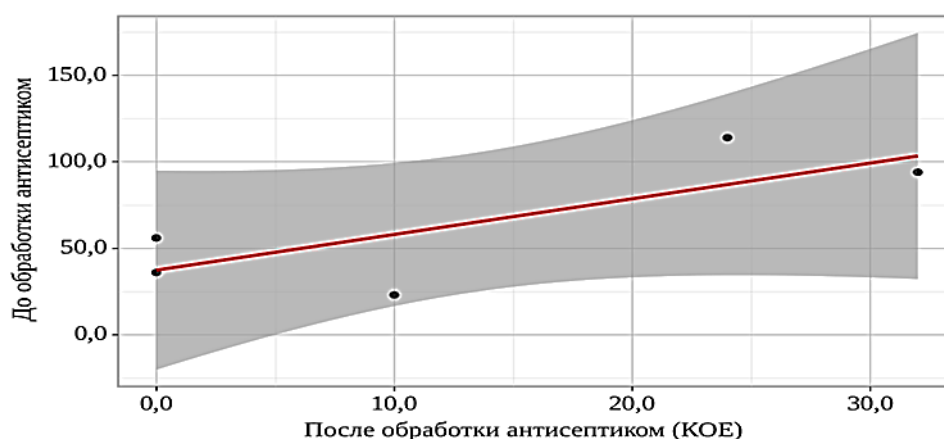
Выявлена корреляционная зависимость между значениями контаминации «до» и «после» обработки ($p \geq 0,5$).

Заключение. По результатам исследования все образцы в той или иной степени обладают микробицидной активностью и могут быть использованы в качестве профилактических средств индивидуальной защиты кожных покровов. Наибольшая степень активности выявлена у образцов № 4 и № 5, уровень контаминации при воздействии на монокультуру и бактериальную взвесь снизился до минимальных значений.

Таким образом, применение антисептических средств комбинированного состава является важной мерой профилактики инфекций с контактным механизмом передачи.

Таблица 1 – Результаты определения чувствительности штаммов в отношении антисептических средств

№ п/п	Химическая группа антисептического средства	Диаметр зоны задержки роста, мм		ОМЧ, КОЕ/см ²	
				До обработки	После обработки
		Staphylococcus aureus	Взвесь	Staphylococcus aureus	
1	Хлорсодержащие	8±1,23	8±0,25	114	96
2	Спиртосодержащие	19±0,82	17±0,51	11	9
3	Гуанидины	10±0,36	10±0,42	94	23
4	Четвертичные аммонийные соединения	22±1,15	18±0,3	76	0
5	Комбинированные средства	35±0,3	20±0,25	56	0



Библиографический список

1. Анурова, А. А. Изучение эффективности кожных антисептиков / А.А. Анурова, О.В. Гарбузова // Юный ученый. 2022. № 3 (55). С. 75-78.
2. Брико, Н.И. Критерии эпидемиологической безопасности медицинской помощи / Н.И. Брико, Е.Б. Брусина, Л.П. Зуева, Г.Е. Ефимов и др. // Медицинский альманах. Нижний Новгород, 2014. Т.34. № 4. С.8-13.
3. Головина, Н.А. Микрообидная и овицидная эффективность антисептических средств разных химических групп / Н.А. Головина, Т.М. Гусева, И.В. Канина // Лабораторная диагностика : материалы II Российского конгресса по медицинской микробиологии и инфектологии. Москва, 2024. С. 377-379.
4. Голуб, В. А. Асептика и антисептика : учебное пособие / А.В. Голуб, О.А. Косивцов. Волгоград, 2019. 85 стр.
5. Иванова, Е.Б. современные антисептические средства в профилактике инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи / Е.Б. Иванова // Практическая медицина. Казань, 2016. № 5(97). С. 140-144.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БАКТЕРИОТЕРАПИИ И ЕЕ ПРОБЛЕМЫ

**Захарова О.А., доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Столярова А.М.
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика
И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Рязань, Россия**

Введение. Наука и техника в конце XX - начале XXI века развиваются быстрыми темпами. Расшифрован геном, то есть совокупность всей ДНК со всеми особенностями конкретного человека [2]. И уже получила развитие генотерапия – совокупность генноинженерных и медицинских методов для внесения изменений в генетический аппарат клеток с целью лечения разных заболеваний. «Отцами» генотерапии являются Фридман и Роблин, которые в 1972 году предложили заменять дефектный ДНК. Первое разрешенное в истории США клиническое исследование генной терапии было проведено 14 сентября 1990 в Национальном институте здоровья под руководством Вильяма Андерсона [3].

Дефектный ген в крови маленькой девочки был заменен на функциональный вариант, что привело к частичному восстановлению иммунной системы. В настоящее время Управление по контролю лекарственных средств и изделий медицинского назначения в Великобритании разрешило применение первой в мире генной терапии для лечения серповидноклеточной анемии и бета-талассемии.

По основной стратегии лечения применение генной терапии может быть разделено на внесение нормального, здорового гена в клетки, дефектные по этому гену (например, при наследственных болезнях), подавление патологической функции гена внутри клетки, усиление иммунного ответа аутологичных клеток реципиента *ex vivo* с последующим возвратом их в организм [3]. Генная терапия разделена в зависимости от подходов решения задач на виды (рисунок 1).



Рис. 1. Виды генотерапии.

Целью работы являлось знакомство с методами генотерапии. В задачи исследований входил обзор научной литературой и интернет-ресурсов для установления роли микроорганизмов в качестве генно-модифицированных объектов.

Материалы и методы. В работе использовались научные труды отечественных и зарубежных исследователей с их анализом, сравнением, обобщением, заключением. При самостоятельной обработке результатов исследований отечественных и зарубежных исследователей использовалась компьютерная программа Statistika 10 Contur.

Результаты и обсуждение. При взаимодействии генной инженерии и бактериотерапии появляются новые генно-инженерные бактерии, способные выделять гетерологичные белки после генной модификации [1]. Еще в 19 веке Уильям Коули заметил терапевтические эффекты смесей инактивированных бактерий. Но сам процесс изменения генов в бактериях начали использовать в конце XX века в лечении заболеваний и т.д. Основой для создания генно модифицированных объектов были *Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* и многие другие микроорганизмы. Благодаря бактериотерапии сегодня лечатся муковисцидоз, гемофилия, некоторые онкологические заболевания, болезнь Крона, язвенный колит, воспалительных заболеваниях кишечника и т.д.

В мире действует много лабораторий, в которых создаются генно-терапевтические препараты. Например, в США расходуется до 8 млрд. долларов в год на генотерапию [4]. Передовые технологии применяются в Китае, где налажен выпуск препаратов Гендицин и Н101, которые представляют собой комплекс из аденовирусного носителя и гена р53 и предназначены для лечения чешуйчатого рака кожи шеи и головы. Ведутся разработки в Японии, Австралии и других странах.

Данные технологии активно развиваются в нашей стране [1]. Основные достижения связаны с разработкой лекарственных средств для лечения заболеваний, преимущественно на основе гена фактора VEGF165, вырабатывающего в клетках больного фактор роста эндотелиоцитов - вещество, стимулирующее рост сосудов. Ведутся исследования в НЦССХ им. А.Н.Бакулева и Институте биологии гена РАН, НЦССХ им. А.Н. Бакулева, ФГУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс МЗСР РФ», ОАО «Институт стволовых клеток человека», МГУ им. М.В.Ломоносова совместно с НИИЭМ им. Н.Ф.Гамалеи РАМН, Институте молекулярной генетики РАН, Российской онкологическом научном центре им. Н.Н.Блохина РАМН, Институте биоорганической химии им. М.М.Шемякина и Ю.А.Овчинникова, Новосибирском государственном университете, Институте биологии гена РАН, Институт эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф.Гамалеи РАМН, а также биотехнологических компаниях ЗАО «Евроген» и ЗАО «Биннофарм».

Многие открытия запатентованы. Так, к примеру, Иркутский государственный медицинский университет получил патент «Способ оценки эффективности бактериотерапии дисбактериоза кишечника», при котором исследуется кал до и в процессе лечения на нитратредуктазную активность кишечной микрофлоры методом электронного парамагнитного резонанса по концентрации нитрозильного комплекса гема и при нарастании концентрации Гем-NO. Способ позволяет сократить время определения и повысить точность исследований.

К препаратам бактериотерапии относятся препараты из живых бактерий симбионтов, таких, как Колибактерин – лиофилизованная культура молочнокислых бактерий, Бифидурумбактерин – лиофилизованная культура бифидобактерий, Бификол – комплексный двухкомпонентный препарат из бифидобактерий и кишечной палочки.

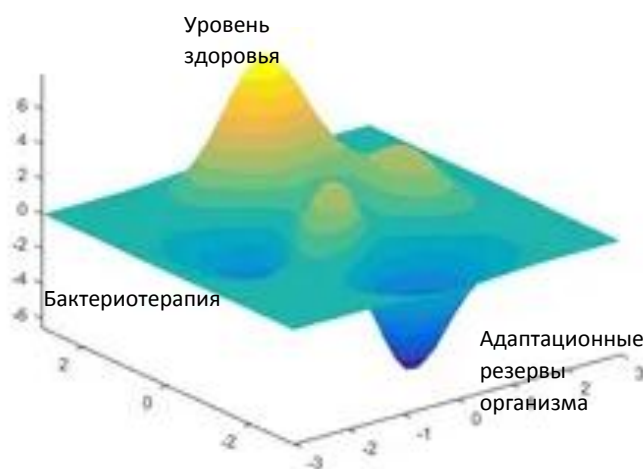


Рис. 2. Поверхность отклика, показывающая эффективность бактериотерапии.

Нами обобщен материал отечественных и зарубежных исследователей и получена поверхность отклика (рисунок 2), демонстрирующая зависимость между фактором здоровья (x), бактериотерапией (y) и адаптационными резервами организма (z). Так, адаптационные резервы организма были на нижнем пределе, но при проведении бактериотерапии уровень здоровья резко вырос.

Терапевтический потенциал геномных преобразований огромен, но, на наш взгляд, надо соблюдать принцип предосторожности. Должны быть проработаны научные, социальные, этические, экономические вопросы использования генетически модифицированных объектов.

Конечно это новое направление в мировой науке, поэтому препараты нуждаются в широком клиническом исследовании. Кроме того, не разработаны критерии оценки безопасности применения таких лекарственных средств и не решены вопросы их регистрации соответствующими надзорными органами. Государственная дума Российской Федерации приняла в первом чтении законопроект, устанавливающий систему безопасности генно-инженерной деятельности, которая будет включать в себя защиту от риска негативного воздействия результатов такой деятельности (лицензирование, госрегистрация и регламентация изготовления продукции, содержащей генно-инженерно-модифицированные организмы). Порядок госрегистрации генно-инженерно-модифицированных организмов, согласно законопроекту, будет утверждаться Правительством Российской Федерации [1, 2].

В настоящее время действует Федеральный закон «О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности» в ред. от 12.07.2000. Введена редакция о безопасности клинических испытаний методов генодиагностики и генной терапии (генотерапии) на уровне соматических клеток и лицензировании генетических манипуляций на молекулярном, клеточном уровнях с участием рекомбинантных рибонуклеиновых и дезоксирибонуклеиновых кислот для целей генодиагностики и генной терапии (введены Федеральным законом от 12.07.2000 №96-ФЗ). В связи с этим в нашей стране актуальной задачей является создание адекватной настоящему моменту законодательной базы в области генотерапии с учетом опыта других стран.

Заключение. Анализируя вышеизложенное, генотерапия, и в частности, ее вид – бактериотерапия, являются революционными подходами к лечению многих болезней вследствие использования разных видов микроорганизмов, таких, как *Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* и многие другие. К примеру, эффективность бактериотерапии достаточно высокая вследствие роста адаптационных резервов организма и повышения уровня здоровья. Но в то же время, из-за несовершенства технологии создания препаратов на данном этапе, недостаточного срока их клинической проверки, неотработанной госрегистрации генно-инженерно-модифицированных организмов требуется создание законодательной базы, с помощью которой стана выйдет на мировой рынок.

Библиографический список

1. Багандова, К.М. Создание генетически модифицированных бактериофагов для лечения инфекций, вызванных полирезистентными бактериями (обзор) / К. М. Багандова, Э. Р. Зулькарнеев, И. А. Киселева [и др.] // *Фундаментальная и клиническая медицина*, 2022. №3. С. 22-38.
2. Мусаев Ф.А., Захарова О.А. Генетически-модифицированные растения и риски их использования : монография. Рязань : ФГБОУ ВПО РГТУ, 2015. 213 с.

3. Evans J.P., Meslin E.M., Marteau T.M., Caulfield T. Deflating the Genomic Bubble // Science. 2011. Vol.331. n.6019. pp. 861–862.

4. Mendell J.R., Sahenk Z., Lehman K. et al. Assessment of Systemic Delivery of rAAVrh74.MHCK7.micro-dystrophin in Children With Duchenne Muscular Dystrophy: A Nonrandomized Controlled Trial. JAMA Neurol. 2020, 77: 1-10. Режим ввода <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2020.1484> Дата обращения 29.04.2024.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛНОГЕНОМНОГО СЕКВЕНИРОВАНИЯ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕФЕРЕНТНЫХ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ФГБУ «ВГНКИ»

**Крылова Е.В., кандидат биологических наук¹, Солтынская И.В.¹,
Гордеева В.Д.^{1,2}, Тимофеева И.А.¹, Кирсанова Н.А.¹, Богомазова А.Н., кандидат
биологических наук^{1,2}, Иванова О.Е., кандидат ветеринарных наук¹**

**¹ ФГБУ «Всероссийский государственный центр качества и стандартизации
лекарственных средств для животных и кормов»**

**² ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр Физико-химической
медицины имени академика Ю.М. Лопухина Федерального медико-биологического
агентства», г. Москва, Россия**

Введение. За последнее десятилетие использование методов высокопроизводительного секвенирования значительно возросло. Данные технологии в настоящее время применяются не только в клинической, но и в прикладной и промышленной микробиологии. Полногеномное секвенирование микроорганизмов, в том числе и промышленных штаммов-продуцентов, вакцинных штаммов, различных референтных штаммов для методик контроля позволяет не только проводить идентификацию и эпидемиологическое отслеживание бактерий, но также изучать особенности геномов, механизмы регуляции экспрессии генов, дать полный профиль присутствующих генов (например, гены «домашнего хозяйства», факторы вирулентности, гены антибиотикорезистентности и др.). Кроме того, можно установить локализацию генов на мобильных элементах, структуру генных каскадов. Сочетание классических микробиологических методов с молекулярно-генетическими позволяет не только получить наиболее полную информацию о различных свойствах бактерий, но и подтвердить ряд фенотипических свойств изолятов.

Материалы и методы. Пробы отбирали в различных регионах РФ в хозяйствах, выращивающих свиней, коров, кур, овец и др. Изоляты бактерий выделяли стандартными методиками из фекалий, пищевой продукции и образцов из окружающей среды (смывы с поверхностей, подстилка и т.д.). Идентификацию микроорганизмов проводили на масс-спектрометре MALDI Biotyper (Bruker). Чувствительность к антибиотикам различных классов определяли методом серийных микроразведений в бульоне (англ., broth microdilution, BMD) и интерпретировали с учетом рекомендаций EUCAST и CLSI. Выделение ДНК осуществляли с помощью набора реагентов «PureLink Genomic DNA». Приготовление ДНК-библиотеки проводили с использованием набора Nextera XT DNA Library Preparation Kit, полногеномное секвенирование (whole genome sequencing, WGS) – на

системе MiSeq (Illumina). Оценка качества данных секвенирования проведена с помощью программы FastQC v.0.11.17. Удаление технических последовательностей и нуклеотидов низкого качества было выполнено в программе Trimmomatic v.0.36. Сборка de novo бактериальных геномов выполнена с помощью ассемблера SPAdes v.2.11.1 с коррекцией ошибок секвенирования и автоматическим подбором длины k-мера. Контиги меньше 500 п.н. были исключены из дальнейшего анализа.

Результаты и обсуждение. На примере четырех изолятов (табл. 1) из исследовательской коллекции ФГБУ «ВГНКИ» мы представляем алгоритм проведения генетической характеристики с использованием WGS и формат предоставления данных:

- проведение полногеномного секвенирования: выделение ДНК из чистой культуры микроорганизма, оценка качества выделенной ДНК, приготовление ДНК-библиотек,
- биоинформатический анализ данных: оценка качества данных и сборка геномов de novo, идентификация и генотипирование микроорганизмов, аннотация геномов, поиск генов резистентности, мобильных генетических элементов (плазмид, интегронов, транспозонов и др.), поиск факторов патогенности.

Таблица 1 – Перечень изолятов

Изолят / ID образца	Тип образца / источник получения	Место выделения изолята
Enterococcus faecalis VGNKI-220	фекалии / северный олень	Ненецкий автономный округ
Enterococcus faecalis VGNKI-815	фекалии / свинья	Челябинская обл.
Salmonella bredeney VGNKI-2105	пищевая продукция / курица	Кемеровская обл.
Salmonella infantis VGNKI-2108	фекалии / курица	Кемеровская обл.

Для размещения в коллекции ФГБУ «ВГНКИ» данных полногеномного секвенирования в качестве лучшей выбирали сборку с сочетанием таких критериев, как наименьшее количество контигов, наибольшее значение N50, соответствие GC-состава и общей длины контигов геному анализируемого микроорганизма. Основные характеристики сборок геномов получены с помощью программы QUAST v.4.6.3 и представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные характеристики сборок геномов

Изолят / ID образца	Количество контигов > 500 п.н.	Максимальная длина контига	Общая длина контигов	N50	GC-состав, %
Enterococcus faecalis, VGNKI-220	11	2 912 876	3 171 343	2 912 876	37,4
Enterococcus faecalis, VGNKI-815	139	152801	2972182	47479	37,3
Salmonella bredeney, VGNKI-2105	41	661 901	4 823 295	414 752	51,8
Salmonella infantis, VGNKI-2108	87	599 704	5 234 560	240 678	51,8

Для определения видовой принадлежности бактерий использовался метод поиска общих k-меров, реализованный в программе KmerFinder [3]. Мультилокусное типирование образцов проводилось с использованием MLST server [4]: для *Enterococcus faecalis* – по локусам *gdh*, *gyd*, *pstS*, *gki*, *aroE*, *xpt*, *yqiL*, для *Salmonella* – по локусам *aroC*, *dnaN*, *hemD*, *hisD*, *purE*, *sucA*, *thrA*) (табл. 3). Данные генотипирования подтвердили результаты, полученные классическими микробиологическими методами (тинкториальные, морфологические, биохимические).

Таблица 3 – Результаты генотипирования

Изолят / ID образца	MLST	KmerFinder
<i>Enterococcus faecalis</i> VGNKI-220	ST-133	HF558530.1 <i>Enterococcus faecalis</i> str. Symbioflor 1
<i>Enterococcus faecalis</i> VGNKI-815	ST-59	NC_018221.1 <i>Enterococcus faecalis</i> D32
<i>Salmonella bredeney</i> VGNKI-2105	ST-897	NZ_CP007533 <i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>enterica</i> serovar Bredeney str. CFSAN001080
<i>Salmonella infantis</i> VGNKI-2108	ST-32	NZ_CP047881 <i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>enterica</i> serovar Infantis strain 119944

Аннотация геномов была выполнена с помощью сервера RAST на открытой платформе для сравнительного анализа геномов SEED [1].

Идентификация генов, обеспечивающих резистентность к различным антибиотикам, осуществлялась программой ABRicate (критерии поиска: идентичность >95%, покрытие >80%) с использованием BLASTN и BLASTX против нуклеотидных и аминокислотных последовательностей из различных баз данных (ResFinder, NCBI BARRGD) [7, 2]. Набор идентифицированных генов резистентности в значительной степени соответствовал фенотипу множественной лекарственной устойчивости изолятов (табл. 4). Также у исследованных изолятов, фенотипически резистентных к ципрофлоксацину и энрофлоксацину, были обнаружены мутации в генах ферментов ДНК-гиразы (*gyrA*) и топоизомеразы IV (*parC*).

Классификация контигов на хромосомные и плазмидные была проведена с помощью собственного алгоритма, реализованного на языке Python 2.7. В изоляте *Salmonella infantis* VGNKI-2108 выявлена конъюгативная pESI-подобная плазмида длиной около 280 тыс.п.н., несущая гены резистентности к цефалоспорином (CTX-M-14), аминогликозидам (*aadA*), сульфаниламидам (*sul1*), триметприму (*dfrA*), тетрациклину (*tetA/R*). В изолятах энтерококков также выявлены плазмидные контиги, несущие гены резистентности к тетрациклинам (*tetL*, *tetM*, *tetS*), аминогликозидам (*str*), фениколам (*catA*).

Таблица 4 – Сравнение микробиологических и молекулярно-генетических методов определения резистентности изолятов

Антибиотик	Класс антибиотика	Enterococcus 220		Enterococcus 815		Salmonella 2105		Salmonella 2108	
		BMD	WGS	BMD	WGS	BMD	WGS	BMD	WGS
Ампициллин	бета-лактамы	S ^a		S		R ⁶	TEM-1,	R	
Цефотаксим						R	CTX-M-15	R	CTX-M-14
Цефтиофур						R		R	
Ципрофлоксацин	фторхинолоны	S		R	gyrA_E87G parC_S80I	R	qnrB19	R	gyrA_S83 Y qnrE
Энрофлоксацин		S				R		R	
Доксициклин	тетрациклины	R	tetS	R	tetM, tetL	S		R	tetA/ tetR, tetB
Стрептомицин	аминогликозиды	S	aph(3')- IIIa		aac(6')- aph(2') ant(6)-Ia, str	S		R	aadA2, strA/strB aac(6')-Ib3
Гентамицин						S		S	
Эритромицин	макролиды	R	lsaA	R	ermB, lsaA				
Хлорамфеникол	фениколы	R	catA9	R	catA8	S		R	floR
Флорфеникол						S		R	
Сульфаметоксазол	сульфаниламиды					R		R	sul1, sul2
Триметоприм	триметоприм					S		R	dfrA12, dfrA14

Примечание: ^a S – изолят, чувствительный к антибиотику по крайней мере по одному критерию (ECOFF или CBP). ⁶ R – изолят, устойчивый к антибиотику или имеет промежуточную устойчивость по крайней мере по одному критерию (ECOFF или CBP).

Для поиска интегров в бактериальных геномах была использована программа IntegronFinder v.5 со стандартными параметрами. Для поиска факторов вирулентности использовали базу данных VFDB [5] (критерии поиска: идентичность >95%, покрытие >80%), для поиска островков патогенности сальмонелл – онлайн-ресурс SPIFinder [6] (критерии поиска: идентичность >95%, покрытие >60%). Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Мобильные генетические элементы и факторы патогенности

МГЭ / факторы патогенности	Enterococcus	Salmonella enterica
плазмиды	rep7a (str), repUS43 (tetM, tetL), rep9, rep6, rep8b, rep9b, rep9c (tetS, catA)	pESI, Col (qnrB19), IncI1 (CTX-M-15, TEM-1)
интегроны	–	Int1, attI, dfrA1, attC, aadA1, attC, qacEΔ1, sul1 Int2, attI, dfrA14, lsp, attC
факторы вирулентности	bopD, cpsAB, ebpABC, efaA, fsrABC, fss1, gelE, sprE, srtC, cylABILMSR1R2, EF0818	csgABCDEFGH, fimCDFHI, invABCEFGHIJ, lpfABC,E, mgtBC, pipB, prgHIJK, sicAP, sifB, sinH, sipD, slrP, sopAD, spaOPQRS, sptP, ssa, sscAB, sse, sspH2, steB,C, ybtT
островки патогенности	–	SPI 1, SPI 2, SPI 4, SPI 5, SPI 9

Заключение. Исследования в соответствии с описанным алгоритмом позволяют всесторонне охарактеризовать штаммы и изоляты бактерий, в том числе для дальнейшего депонирования в коллекции. Такие штаммы могут быть использованы для микробиологических исследований, связанных с определением чувствительности микроорганизмов к антибиотикам, при диагностике бактериальных инфекций, в качестве положительных контрольных образцов при разработке и при использовании методик выявления генов резистентности зоонозных бактерий, а также для ретроспективного анализа. Кроме того, данные полногеномного секвенирования могут быть использованы для филогенетического анализа, например, с целью установления родства вакцинных штаммов и изолятов, выделенных из разных источников, а также при расследовании вспышек спорадических инфекций. Такая информация может быть полезна в дальнейшем при разработке вакцин против заболеваний для конкретных видов животных.

Библиографический список

1. Brettin T. et al. RASTtk: a modular and extensible implementation of the RAST algorithm for building custom annotation pipelines and annotating batches of genomes //Scientific reports. (2015) V. 5. P. 8365.
2. Feldgarden M. et al. Validating the AMRFinder tool and resistance gene database by using antimicrobial resistance genotype-phenotype correlations in a collection of isolates //Antimicrobial agents and chemotherapy. – 2019. – Т. 63. – №. 11. – С. e00483-19.
3. Hasman H et al. Rapid whole-genome sequencing for detection and characterization of microorganisms directly from clinical samples. J Clin Microbiol. (2014) 52:139–46.
4. Larsen M.V. et al. Multilocus sequence typing of total-genome-sequenced bacteria. J Clin Microbiol. (2012) 50:1355–61.
5. Liu B. et al. VFDB 2019: a comparative pathogenomic platform with an interactive web interface. Nucleic Acids Res. (2019) 47:D687–92.
6. Roer L. et al. Is the evolution of Salmonella enterica subsp. enterica linked to restriction-modification systems? Msystems, (2016) 1(3), e00009-16.
7. Zankari E. et al. Identification of acquired antimicrobial resistance genes. J Antimicrob Chemother. (2012) 67:2640–4.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМИРОВАННОСТИ ЖЕНЩИН О ТОКСОПЛАЗМОЗЕ

Кудинова Е.А., Холина А.А

**Научный руководитель: Захарова О.А., доктор сельскохозяйственных наук, доцент
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика
И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Рязань, Россия**

Введение. Токсоплазмоз — это тяжелое протозойное заболевание человека и животных, вызываемое облигатным внутриклеточным паразитом со сложным циклом развития *Toxoplasma gondii*, относящийся к типу Apicomplexa, классу Coccidia, отряду Eucoccidiorida, подотряду Eimeriorina, семейству Sarcocystidae, роду *Toxoplasma* (рисунок 1). Комплекс жизненного цикла развития *Toxoplasma gondii* включает фазы полового и

бесполого размножения. Половое размножение паразитов реализуется в эпителиальных клетках кишечника животных семейства кошачьих, которые являются окончательными хозяевами токсоплазм. Бесполое размножение токсоплазмы проходит при инфицировании огромного круга промежуточных хозяев, с преимущественной локализацией паразита в мышечной и нервной ткани. Истинными промежуточными хозяевами являются различные виды грызунов, составляющие основную кормовую базу кошек. Кошки заражаются при поедании тканей промежуточного хозяина, в которых содержатся любые стадии токсоплазмы, а также при проглатывании ооцист с контаминированных объектов внешней среды. Токсоплазмы, находящиеся в цикле бесполого размножения, не выделяются во внешнюю среду, но при этом мясо пораженных животных представляет опасность при поедании в сыром или полусыром виде. Этот фактор имеет большое эпидемиологическое значение, так как считается, что около 25% проб мяса, идущего в пищу человеку, содержат цистозоиты токсоплазм.

Заболевание имеет преимущественно хроническое латентное течение, протекающее с признаками поражения нервной системы, органов ретикулоэндотелиальной системы, поперечно-полосатой мускулатуры и органа зрения.

Целью данной работы являлась оценка информированности женщин детородного возраста о токсоплазмозе и возможных последствиях.

Материалы и методы. Исследование проводилось в апреле 2024 года в соответствии с методикой, предложенной Н.Ф.Яковлевой (2023), в программе Googl онлайн-опрос. Для сбора данных, включая социально-демографические, осведомленность об этиологии, способах передачи и методах профилактики токсоплазмоза, использовался структурированный вопросник. Опрос проводился у 50 женщин в возрасте от 20 до 35 лет. Продолжительность опроса – 7 дней.

Результаты и обсуждение. Токсоплазмоз относится к повсеместно распространенным заболеваниям, чем отличается от других зооантропонозов, которые имеют четкий ареал распространения. Возбудитель имеет полулунную форму размером 3×7 мкм. Один конец паразита заострен, имеет коноид и роптрии для прохождения паразита в клетку хозяина, есть крупное ядро. При окраске по Романовскому-Гимзе цитоплазма голубого цвета, а ядро - рубиново-красного.

Чаще всего заражение человека происходит алиментарным путем, то есть при употреблении в пищу недостаточно термически обработанного мяса, молока, плохо промытых ягод, овощей, фруктов. Ооцисты способны сохранять жизнеспособность в течение долго времени в местах опорожнения кошек - лоток, детские песочницы, садовые почвы.

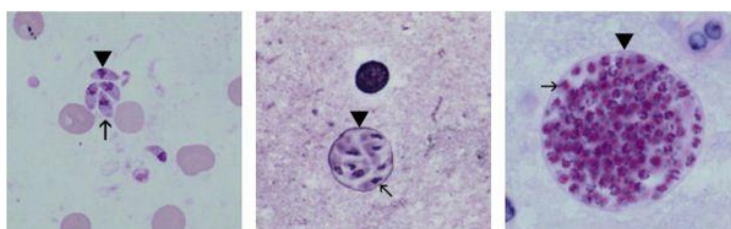


Рис. 1. *Toxoplasma gondii*
(https://probolezny.ru/media/bolezny/toksoplazmoz/formy-sushestvovaniya-toksoplazmy_s.jpg)

В период беременности организм женщины является более уязвимым для инфекционных заболеваний в связи с ослабленным иммунитетом. Это важно подчеркнуть, так как перенесенные в беременность инфекции могут быть переданы плоду трансплацентарно.

Заболевание токсоплазмозом может вызвать следующие патологии: аборт, мертворождение, выкидыши и задержка внутриутробного развития. При первичном инфицировании беременной может развиться тяжелая форма токсоплазмоза, но чаще всего наблюдается бессимптомное носительство - токсоплазмонительство. Данная форма проявления заболевания связана с ослаблением иммунитета женщины в период беременности, в следствие чего количество Т-хелперов уменьшается, и наблюдается активация латентной формы токсоплазмоза.

Что касается острой формы течения токсоплазмоза, выделяют следующие виды:

- 1) лимфаденопатическая форма проявляется увеличением лимфоузлов,
- 2) висцеральная форма – возникновением очагов пневмонии, отеком легких, миокардитов, гепатитов,
- 3) церебральная форма – в виде энцефалита и менингоэнцефалита,
- 4) глазная форма – некрозами, воспалением сетчатки и сосудистой оболочки.

Возбудитель внутриутробной инфекции может проникнуть в организм плода при нарушении плацентарного барьера, из-за чего образуется еще одна форма токсоплазмоза - врожденная. При врожденном токсоплазмозе наблюдается морфологические изменения в головном мозге. Отмечается недоразвитие больших полушарий головного мозга с явлениями микроцефалии, поражение эпендимы, возникновение спаек в желудочках мозга приводят к развитию гидроцефалии. В коре головного мозга могут появиться очаги некроза, что приводит к развитию кист. Довольно часто развивается менингоэнцефалит. В печени картина гепатита, отек легких, увеличение лимфоузлов, поражение сетчатой оболочки глаза. В крови матери и плода выявляется высокий уровень специфических антител.

Распространение токсоплазмоза в популяции кошек нашей страны относится к категории повсеместное. Особенности эпизоотологии паразита в городских условиях состоит в том, что преимущественное заражение животных происходит в период летних отпусков и вывоза кошек на дачные участки. После первичного контакта и заражения токсоплазмой, кошки непродолжительное время выделяют ооцисты сразу после заражения. Далее кошки становятся на несколько месяцев невосприимчивы к повторному заражению и по возвращении в город их фекалии не содержат паразита, а, значит, животные не представляют реальной угрозы для окружающих.

При проведении опроса среди женщин детородного возраста, было выявлено, что у 74,1% дома живут домашние животные, среди которых 33,3% составляют кошки. О таком заболевании, как токсоплазмоз, осведомлены лишь 29,6% опрошенных, 7,4% где-то слышали, а 63% ничего не слышали о данном заболевании.

Среди возможных последствий токсоплазмоза опрошенные называли параличи, головную боль, нарушения в работе ЦНС, осложнения при протекании беременности, лихорадку, боль в животе, развитие патологий у плода, поражение внутренних органов.

В ходе исследования была проанализирована численность кошек в качестве домашних животных у беременных женщин и риска развития токсоплазмоза: из 50 опрошенных 17 содержали кошек в квартирах. Известно, что токсоплазмоз является значимым заболеванием, которое представляет опасность как для беременной, так и для будущего ребенка.



Рис. 1. Информационный буклет



Рис. 2. Раздача его любительницам кошек

Вывод. Женщины всегда ладили с кошками и отводили этим животным самое почётное место в доме. Одна из причин такого взаимного тяготения — то, что женщина гораздо больше, чем мужчина, склонна к тактильному контакту. Это полностью совпадает с потребностями большинства домашних кошек.

Однако кошки, несмотря на свою безобидность, представляют реальную опасность для беременных женщин, поскольку есть риск заражения токсоплазмозом, который не только подвергает опасности организм матери, но и может привести к необратимым патологиям плода.

В результате проделанной работы, нами создан информационный буклет для ознакомления беременных о возможных патологиях плода (рис. 1), который был роздан на улицах Рязани молодым женщинам – любительницам кошек (рис. 2).

Библиографический список

1. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология / Под ред. В.В. Зверева, А.С. Быкова. — М.: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2016 — 816 с.
2. Солдаткин, П. К. Токсоплазмоз / П.К. Солдаткин, Т. А. Долгих, 2020 [Электронный ресурс] Режим ввода https://www.amursma.ru/upload/iblock/e71/Uchebnoe_posobie_Toksoplazmoz.pdf Дата обращения 04.05.2024
3. Токсоплазмоз: эпидемиология, диагностика и лечение, 2015 [Электронный ресурс] — Р. 16-20. Режим ввода: <https://cyberleninka.ru/article/n/toksoplazmoz-epidemiologiya-diagnostika-i-lechenie> Дата обращения 01.05.2024

ПАЗАРИТОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ПИТОМНИКЕ СОБАК ГОРОДА РЯЗАНИ

Новак А.И., доцент, доктор биологических наук, Новак М.Д., профессор, доктор биологических наук, Мыськова В.А., Клейменова Ю.Ю., Ковалева М.В.

ФГБОУ ВО «Рязанский Государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Рязань, Россия

Введение. Среди населения Рязанской области ежегодно регистрируется свыше 1000 случаев заражения паразитами. Ведущая роль принадлежит геогельминтозам, в том числе общим для человека и животных [3, 6]. Социальное значение гельминтозов плотоядных в крупных городах многократно увеличивается в связи с большим количеством безнадзорных животных и несоблюдением гигиенических требований владельцами собак [2].

В природных условиях средней полосы Российской Федерации *Toxosaga canis* является одной из наиболее распространенных нематод у собак [3]. В разных странах *T. canis* инвазированы около 40% собак, преимущественно бродячие. Зараженность токсокарами щенков 3-6 месяцев в некоторых регионах приближается к 80-100% [1].

Высокая интенсивность инвазии токсокарами у щенков приводит к истощению, анемии, гиперемии слизистой оболочки, инвагинации и разрыву кишечника. Попадание токсокар в общий желчный проток и протоки поджелудочной железы может привести к их разрыву и гибели животных [1, 2].

У человека токсокары до половозрелой стадии не развиваются. Наблюдается синдром «larva migrans», сопровождающийся интоксикацией, аллергической реакцией, воспалительными процессами в тканях и органах, через которые мигрируют личинки. При миграции часть личинок остается в микроциркуляторном русле различных органов, обуславливая висцеральную и глазную формы токсокароза. Личинки токсокар осуществляют перенос микроорганизмов из кишечника в различные ткани и органы [5].

Достаточно часто у собак разного возраста регистрируются нематоды *Ancylostoma caninum*, *Uncinaria stenocephala*, *Strongyloides stercoralis*. Личинки могут проникать через кожу человека при ходьбе босиком по влажным субстратам (почве или песку), в которых происходит их развитие. Заражение может происходить алиментарным путем [2, 6]. *Strongyloides stercoralis* является общим для человека и собак гельминтом.

Кроме того, в гельминтофауне собак присутствуют виды, не способные инвазировать человека: нематоды *Toxascaris leonina* и *Trichocephalus vulpis*, трематоды *Alaria alata*. Собаки часто инвазированы простейшими из рода *Cystoisospora* [4, 7, 8].

В связи с потенциальной эпидемической опасностью гельминтозов собак необходим регулярный мониторинг паразитарного загрязнения территорий населенных пунктов.

Материалы и методы. Исследования проводили в ноябре-декабре 2023 года на кафедре микробиологии ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России. Фекалии от собак разного возраста (8 щенков, 8 взрослых собак) отбирали в питомнике города Рязани. Исследования проводили методом последовательных промываний, флотации по Щербовичу (с NaNO_3) и ларвоскопическим методом Бермана-Орлова.

Результаты и обсуждение. Исследование фекалий собак разными методами позволило обнаружить яйца и личинки гельминтов, ооцисты простейших.

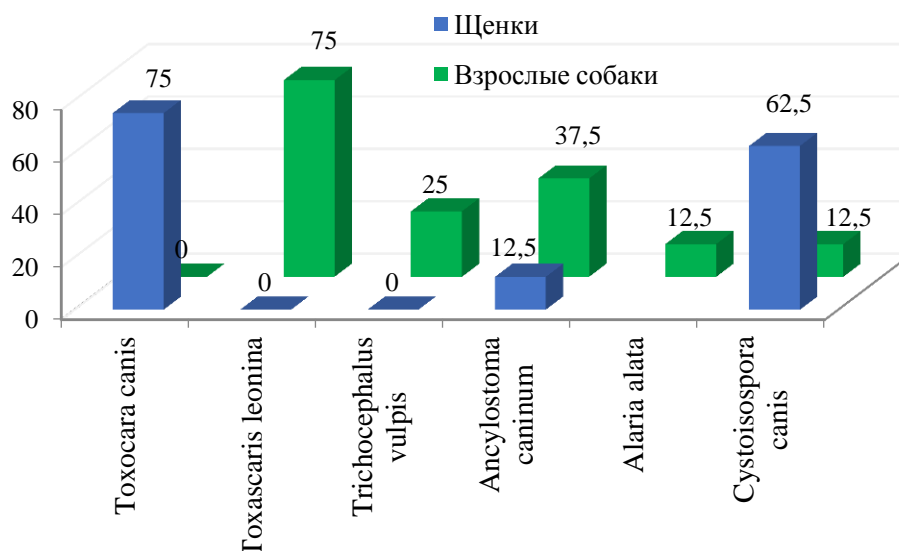


Рис. Структура паразитозов у щенков и взрослых собак.

Щенки инвазированы преимущественно *Toxocara canis* – 75 %, а также *Cystoisospora canis* – 62,5 %, с высокими показателями интенсивности инвазии. У одного щенка обнаружены личинки *Ancylostoma caninum*. У взрослых собак спектр возбудителей инвазий гораздо шире: *Toxascaris leonina* обнаружены в 75 % исследованных проб, *Trichocephalus vulpis* – 25 %, *Ancylostoma caninum* – 37,5 %, *Alaria alata* – 12,5 %, *Cystoisospora canis* – 12,5 % (рис.). Интенсивность инвазии умеренная.

Заключение. Эпидемическое значение в структуре инвазий собак имеют *Toxocara canis* и *Ancylostoma caninum*. Токсокары встречаются только у щенков до 6 месяцев, анкилостомы – у собак разного возраста. Интенсивность инвазии гельминтами выше у щенков, поэтому именно они наиболее часто являются источником возбудителей гельминтозов для человека.

Важнейшим элементом профилактики гельминтозов является гигиеническое воспитание и образование граждан, направленное на повышение санитарной культуры, приобретение необходимых знаний и навыков по профилактике гельминтозов и рациональному уходу за домашними животными, включая сбор и утилизацию экскрементов при выгуле собак. Мероприятия по снижению риска распространения гельминтозов требуют регулярности и комплексного междисциплинарного подхода.

Библиографический список

1. Аркелова М.Р., Гогушев З.Т., Биттиров И.А., Болатчиев К.Х., Биттиров А.М. Нематода *Toxocara canis* как вероятная эпидемическая и санитарно-гигиеническая угроза здоровью населения в южном субъекте Российской Федерации // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. 2023. № 31(3). С. 64-71.
2. Геогельминтозы в Российской Федерации / Н.Н. Дарченкова, Е.А. Черникова, Л. Миглиорини [и др.] // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2015. № 2. С. 51-54.
3. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Рязанской области в 2023 году». Рязань, 2024.
4. Гудкова А.Ю., Петров Ю.Ф., Крючкова Е.Н., Трусова А.В. Патогенез и клиника аляриоза у плотоядных животных // Ветеринарный врач. № 3. 2011. С. 50-52.

5. Канина И.В. Адгезивная активность клинических изолятов микроорганизмов, серопозитивных к токсокарам лиц в условиях *in vitro* // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 12(138). – DOI 10.23670/IRJ.2023.138.177.
6. Новак М.Д., Новак А.И., Енгашев С.В. Медицинская паразитология: Учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2022. 342 с. – DOI 10.12737/1842524.
7. Степанова В.А., Беспалова Н.С. Эпизоотологический аспект аляриоза // Научное обозрение. Педагогические науки. 2019. № 2-4. С. 30-31.
8. Хохлова Л.А. Профилактика цистоизоспороза у щенков// Альманах мировой науки. 2015. №1 (1). С. 42-43.

ПРОФИЛАКТИКА И ДИАГНОСТИКА ОСТРОГО БАКТЕРИАЛЬНОГО МЕНИНГИТА В НЕОНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Сурodeйкина Е.А., Художиткова М.Д., Гаврилова К.А.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»

Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Екатеринбург, Россия

Введение. Частой причиной смерти новорожденных является бактериальный менингит [3]. Это разрушительное заболевание, особенно у новорожденных (возраст < одного месяца) и грудных детей (возраст < одного года) [1]. Несмотря на значительное снижение заболеваемости менингитом в этой возрастной группе, наличие неонатальной интенсивной терапии, неонатальный менингит по-прежнему считается смертельно опасным заболеванием [4, 6].

Патофизиология бактериального менингита. Менингит развивается после того, как возбудитель проникает в ЦНС либо гематогенным путем (бактериемия), либо путем прямого распространения в результате синусита или мастоидита и размножается в субарахноидальном пространстве. Присутствие бактерий в субарахноидальном пространстве приводит к активации иммунного ответа, что приводит к лизису бактерий. Присутствие бактериальных частиц запускает дальнейшую воспалительную реакцию с продолжающейся миграцией нейтрофилов через гематоэнцефалический барьер и непрерывным выбросом цитокинов и хемокинов (включая IL-1B или CXCL1,2,5) (рис. 1). Персистирующее воспалительное состояние впоследствии приводит к снижению церебральной перфузии, отеку мозга, повышению внутричерепного давления, метаболическим нарушениям и васкулиту, что способствует повреждению нейронов и ишемии [1].

Диагностика. При подозрении на острый бактериальный менингит первостепенное значение имеет ранняя диагностика и своевременное назначение эмпирических антибиотиков. Ключевым моментом в диагностике остается пункция для анализа спинномозговой жидкости (СМЖ) и культуры, исследование СМЖ с помощью люмбальной пункции (ЛП) необходимо для установления диагноза бактериального менингита и идентификации возбудителя с помощью теста на чувствительность к антибиотикам [6, 7]. Характерными признаками СМЖ при бактериальном менингите являются полиморфноядерный плеоцитоз (>1000 клеток/мкл, 80-90% полиморфноядерных клеток), гипогликоррахия (глюкоза СМЖ <40 мг/дл, соотношение глюкозы ЦСЖ и сыворотки ≤0,4 у детей и ≤0,6 у новорожденных) и повышенный уровень белка СМЖ >150 мг/дл. В педиатрической популяции показатели СМЖ варьируют в зависимости от возраста, с плох

определенными нормальными значениями, особенно у младенцев [6]. ЛП должна проводиться у всех новорожденных, у которых культура крови положительна, и рассматриваться у всех новорожденных, у которых возможен сепсис. До 40 % новорожденных с менингитом, имеющих гестационный возраст ≥ 34 недель, не имеют положительной культуры крови на момент постановки диагноза.

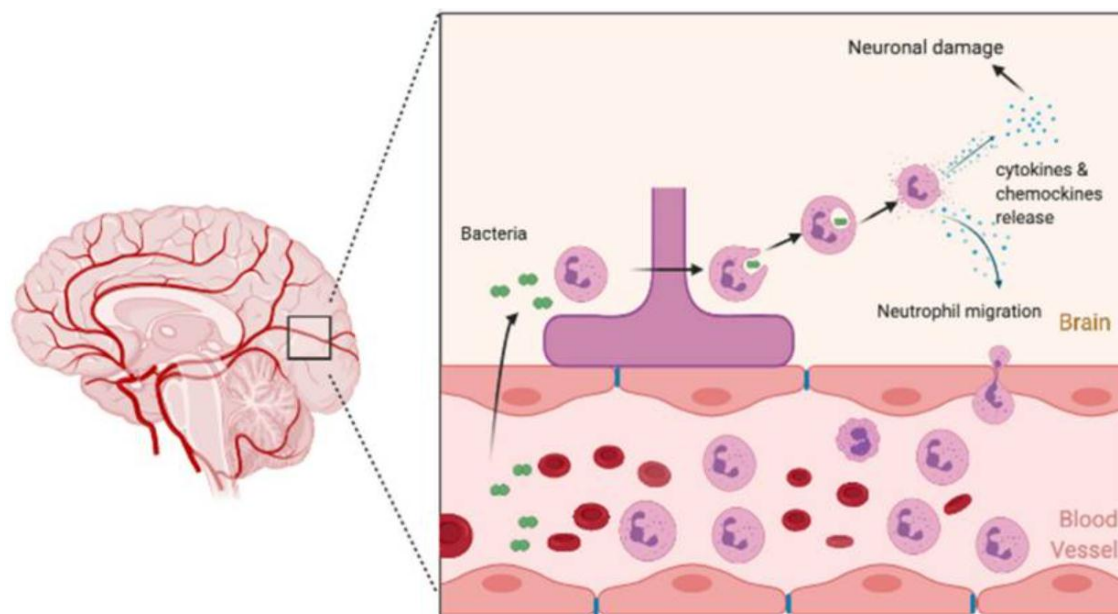


Рис. 1. Патопфизиология повреждения нейронов в результате бактериального менингита.

Аналогичным образом, среди младенцев с очень низкой массой тела, проживших более 3 дней, в одной трети случаев менингита культура крови была отрицательной. Таким образом, если ЛП проводится на основании наличия положительной культуры крови, значительное число случаев менингита будет пропущено. Это означает, что при подозрении на сепсис или менингит проведение ЛП является обязательным [7]. Хочется добавить, что окрашивание по Граму и культуральный анализ остаются наиболее важными инструментами для диагностики острого бактериального менингита. Это дешевые и хорошо проверенные инструменты, но их чувствительность варьирует в зависимости от возрастных групп, типов менингеальных патогенов и предшествующей антибиотикотерапии. Чувствительность окраски по Граму у новорожденных составляет ~60%, а у детей колеблется от 50% до 63%. Чувствительность также варьирует в зависимости от возбудителя: 90% при менингите с *S. pneumoniae*, 80% при *N. meningitidis*, 50% при грамотрицательном бациллярном менингите и 30% при *L. Monocytogenes* [6]. Младенцы с подозрением на бактериальный менингит или поздний сепсис должны пройти полное лабораторное обследование, включающее полный анализ крови с дифференциальным анализом, культуру крови, анализ и культуру мочи (полезно только после третьего дня жизни), а также люмбальную пункцию для исследования СМЖ. Дополнительные анализы, такие как полный анализ крови, С-реактивный белок, интерлейкин-6 и прокальцитонин, имеют неоптимальную чувствительность и специфичность для диагностики, но эти диагностические тесты могут быть полезны для подтверждения диагноза инфекции, а также для определения продолжительности терапии, если они имеют серийные отклонения от нормы и сопровождаются клиническими признаками инфекции. Таким образом, культура СМЖ является золотым стандартом диагностики бактериального

менингита. Пренатальный скрининг на GBS и интранатальная антибиотикопрофилактика (ИАП) могут снизить частоту НБМ более чем на 90%. Поэтому важно проводить пункцию на ранних стадиях заболевания, в идеале - до назначения антибиотикотерапии. Однако младенцы могут подвергаться внутриутробному или эмпирическому воздействию антибиотиков до проведения пункции, что делает параметры СМЖ полезными для определения вероятности менингита, поскольку существует вероятность ложной отрицательной реакции культуры СМЖ у больных менингитом [3,7].

Профилактика. Наиболее эффективной первичной профилактикой является предотвращение инфекции с помощью программ вакцинации новорожденных и детей. В настоящее время существуют вакцины против трех организмов, вызывающих бактериальный менингит: Hib, *N. meningitidis* (капсульные группы A, B, C, W и Y) и 23 из >90 серотипов *S. pneumoniae*. Конъюгированная вакцина Hib направлена только против *H. influenzae* типа b и вводится в виде трех или четырех доз в возрасте до 18 месяцев. Существует два типа вакцин против *N. meningitidis*: конъюгированные вакцины против капсульных групп A, C, W и Y и протеиновые вакцины против группы B. Существует два типа вакцин против *S. pneumoniae*: Пневмококковые конъюгированные вакцины (PCV 10 против 10 серотипов, PCV 13 против 13 серотипов) и полисахаридная вакцина против 23 серотипов, которая не используется в плановом порядке у здоровых детей [1].

Вторичная профилактика. Антибактериальная терапия. Важно иметь высокое клиническое подозрение на бактериальный менингит и начать соответствующее лечение без промедления. Выбор эмпирического антибиотика должен основываться на наиболее вероятном возбудителе в зависимости от возраста пациента. У детей цефалоспорины третьего поколения, такие как цефотаксим или цефтриаксон, являются обычным эмпирическим выбором для лечения наиболее распространенных микроорганизмов - *S. pneumoniae* и *N. meningitidis*. Для лечения *L. monocytogenes* у детей младшего возраста следует добавлять ампициллин. Повреждение нейронов при остром бактериальном менингите связано не только с бактериальной инвазией в субарахноидальное пространство, но и с воспалительным ответом хозяина на эту инвазию. Единственным широко изученным препаратом, способным ограничить субарахноидальное воспаление, является дексаметазон. Рекомендации по применению дексаметазона при бактериальном менингите, к сожалению, не могут быть обобщенными и зависят от возбудителя и возможности введения дексаметазона в течение 1-12 ч после введения антибиотиков. У младенцев и детей с Hib-менингитом применение дексаметазона вместе с антибиотиками оказывает значительное снижение частоты неврологических последствий по сравнению с применением только антибиотиков. Обычно рекомендуется назначать дексаметазон до или вместе с первой дозой антибиотиков, когда подтверждается или сильно подозревается наличие *H. influenzae*. С другой стороны, применение дексаметазона у младенцев и детей с пневмококковым менингитом является спорным, поскольку не было однозначно доказано, что он изменяет исход заболевания [1].

С другой стороны, очень важным мероприятием является предотвращение распространения патогенов, вызывающих неонатальный сепсис и менингит. Ряд мероприятий, которые могут быть внедрены на уровне сообщества, с применением стратегий профилактики в дородовой, внутриутробный и ранний неонатальный периоды, позволят снизить количество заболеваний, возникающих на ранних стадиях. Профилактика нозокомиальных инфекций основана на стратегиях, направленных на ограничение

восприимчивости к инфекциям путем усиления защитных сил организма, прерывания передачи организмов медицинскими работниками и поощрения разумного использования антимикробных препаратов [7].

Заключение. Для снижения смертности от острого бактериального менингита в неонатальный период необходимы диагностика в виде взятия люмбальной пункции и своевременная вакцинация против трех организмов, вызывающих бактериальный менингит: Hib, *N. meningitidis* и *S. pneumoniae*.

Библиографический список

1. Bacterial Meningitis in Children: Neurological Complications, Associated Risk Factors, and Prevention//PubMed Central: сайт. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8001510/> (дата обращения: 22.04.2024)
2. Early onset neonatal bacterial meningitis in term infants: the clinical features, perinatal conditions, and in-hospital outcomes // PubMed Central: сайт. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7571871/> (дата обращения: 16.04.2024)
3. Etiology, clinical findings and laboratory parameters in neonates with acute bacterial meningitis // PubMed Central: сайт. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7244827/> (дата обращения: 01.05.2024)
4. Management of Acute Bacterial Meningitis in Children // PubMed Central: сайт. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7667001/> (дата обращения: 22.04.2024)
5. Neonatal Bacterial Meningitis // IntechOpen: сайт. – URL: <https://www.intechopen.com/chapters/68042> (дата обращения: 22.04.2024)

АКТУАЛЬНОСТЬ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В РАЗРАБОТКЕ НОВЫХ МЕДИЦИНСКИХ ПРЕПАРАТОВ

**Хабарова В.А., Вашукова К.С., кандидат технических наук, доцент
ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени
М.В. Ломоносова», г. Архангельск, Россия**

Введение. Целлюлоза является распространенным биополимером, причем ее синтез характерен не только для растений и ряда бактерий, но даже некоторые животные способны образовывать целлюлозу в ходе жизнедеятельности. Наибольший практический интерес и развитие получило использование человеком растительной целлюлозы. Растительное сырье издавна используется в технологии целлюлозно-бумажного производства, получении тканей и материалов медицинского назначения. Несмотря на широкое использование древесного сырья, целлюлоза, получаемая из растений, требует дополнительной очистки от природных примесей, таких как гемицеллюлозы и лигнин. Стадии удаления примесей сложные и вовлекают экологически вредные реагенты.

Бактериальная целлюлоза является интересной и перспективной альтернативой растительному сырью. Исследования потенциала бактерий в биосинтезе целлюлозы уже не один десяток лет проводятся отечественными и зарубежными научно-исследовательскими лабораториями. Созданы материалы на основе бактериальной целлюлозы для медицинской отрасли.

В большинстве случаев бактериальная целлюлоза представляет собой биопленку на основе целлюлозных нанофибрилл, производимых уксуснокислыми бактериями. К штаммам относят такие роды уксуснокислых бактерий, как *Komagataeibacter*, *Agrobacterium*, *Achromobacter*, *Enterobacter*, *Rhizodium*, *Azotobacter* и прочие. В природе биосинтез целлюлозы бактериями предохраняет клетки от высыхания и излучения, обеспечивает плавучесть, а также запасание глюкозы в полимерной форме. Несмотря на одинаковую химическую структуру, растительная и бактериальная целлюлоза несколько отличаются по особенностям надмолекулярной и топологической структуры, что проявляется в параметрах химической активности, биоразлагаемости, чистоты, биосовместимости и прочности [1-3]. У бактериальной целлюлозы отмечена значительная водопоглощающая способность и газовая проницаемость [4].

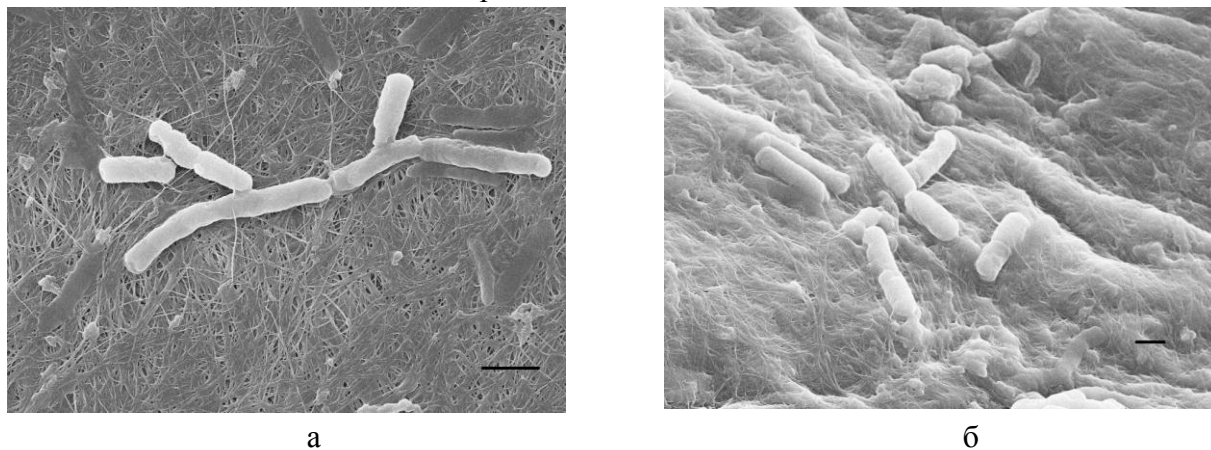
Целью работы являлось изучение актуальной информации и морфологических особенностей бактериальной целлюлозы, обуславливающих ее практическое применение в разработке новых медицинских препаратов.

Материалы и методы. Аналитический обзор информации проводили по базам научной и медицинской периодической литературы PubMed, КиберЛенинка и eLibrary с ретроспективностью последних трех лет.

Бактериальную целлюлозу получали при культивировании смешанной культуры бактерий и дрожжей в статических условиях на глюкозосодержащей среде до образования биопленки. Морфологические особенности биопленки бактериальной целлюлозы исследовали на сканирующем микроскопе высокого разрешения Sigma VP Zeiss.

Результаты и обсуждение. В результате поиска по ключевым словам «bacterial cellulose» в PubMed была найдена 2801 публикация, в КиберЛенинка – 711 публикаций, а в eLibrary – 88 публикаций. Публикации были проанализированы по тематике применения бактериальной целлюлозы в разработке новых медицинских препаратов и использованы для дальнейшего обсуждения.

Исследовательская часть работы была связана с изучением и описанием морфологических особенностей бактериальной целлюлозы, полученной в лабораторных условиях. Показано (рис. 1), что биопленка бактериальной целлюлозы представляет собой сеть микрофибрилл целлюлозы, между которыми находятся синтезирующие их бактерии. Несмотря на то, что использовали смешанную культуру бактерий и дрожжей, к биосинтезу целлюлозы способны только бактериальные клетки.



а

б

Рис. 1. Микрофибриллы бактериальной целлюлозы и клеток бактерий-продуцентов, визуализированные на электронном микроскопе. Масштабная линейка: а – 2 мкм, б – 1 мкм.

На рис. 1 клетки-продуценты представляют собой уксуснокислые палочковидные бактерии, расположенные в матрице целлюлозы одиночно или собранными в цепочки.

Учитывая такое строение биопленки бактериальной целлюлозы, очевидна необходимость ее предварительной очистки от клеток, а также от фрагментов клеток (особенно белков, которые могут быть аллергенны) и от компонентов питательной среды. В исследованной литературе имеется множество источников информации по очистке бактериальной целлюлозы от клеток и белков, большинство из которых рекомендует щелочную обработку.

Сетчатая структура получаемого при биосинтезе целлюлозного материала обуславливает наиболее перспективную область его применения после очистки – как медицинский перевязочный материал, систему доставки лекарств, композит для регенерации тканей или объект тканевой инженерии [5, 6]. В частности, материал из бактериальной целлюлозы уже используется в качестве раневой повязки при пересадке кожи, заживлении ожоговых ран, послеоперационных швов, воспалений [2]. Отмечают, что процесс заживления становится быстрее и комфортнее. Материал удерживает и доставляет лекарственные препараты на раневую поверхность и обеспечивают стерильность, т.к. малый размер нанофибрилл целлюлозы не пропускает патогенные агенты.

Значительное количество публикаций отмечает перспективное использование бактериальной целлюлозы как имплантата, используемого для доставки препаратов к определенным органам. Например, обеспечение доставки клеток лактобацилл в кишечник [5]. Разработки проводятся и в области лечения онкологических заболеваний как имплантируемой матрицы для местной химиотерапии [6]. Анализ механических и химических свойств бактериальной целлюлозы показал, что данный материал отвечает всем требованиям имплантата межклеточного матрикса и может быть скоординирован с применением современных технологий 3D-печати [6].

Заключение. В настоящее время бактериальная целлюлоза вызывает огромный интерес в медицине, фармацевтике и других смежных областях благодаря уникальным физическим, механическим и биологическим свойствам. Структурные особенности бактериальной целлюлозы использованы в разработке новых биокompозитов.

Одной из немногих проблем, встающей на пути промышленного производства материала на основе бактериальной целлюлозы, является его очистка от белковых и иных клеточных примесей. Актуально также и биотехнологическое направление создания новых продуктивных штаммов бактерий-продуцентов целлюлозы.

Получение прочных, биоразлагаемых и биосовместимых полимеров является одним из важных направлений медицинских исследований и фармакологических разработок. Свойства бактериальной целлюлозы обуславливают перспективу широкого применения данного материала в медицине.

Библиографический список

1. Вашукова К.С., Терентьев К.Ю., Чухчин Д.Г., Ивахнов А.Д., Пошина Д.Н. Влияние топологической структуры целлюлозы на процессы ацетилирования и нитрования // Изв. вузов. Лесн. журн. 2023. № 6. С. 176–189.
2. Жариков А.Н., Алиев А.Р., Орлова О.В., Бурмистрова Я.А. Клинико-лабораторная оценка эффективности применения новых раневых покрытий на основе бактериальной

целлюлозы при лечении инфицированных ран мягких тканей // Бюллетень медицинской науки. 2023. №1 (29). С.116-124.

3. Миронова Т.Е., Коптев В.Ю., Афонюшкин В.Н., Бехтольд А.А. Исследование реакции тканей организма лабораторных животных на биополимерный материал на основе бактериальной целлюлозы // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2021. №4 (52). С.43-48.

4. Рогова Е.А., Алашкевич Ю.Д., Кожухов В.А., Лапин И.Р., Киселев Е.Г. Состояние и перспективы совершенствования способов получения и использования бактериальной целлюлозы (обзор) // Химия растительного сырья. 2022. №4. С. 27-46.

5. Jadczyk K, Ochędzan-Siodłak W. Bacterial cellulose: Biopolymer with novel medical applications // J Biomater Appl. 2023 Jul,38(1):51-63. doi: 10.1177/08853282231184734.

6. Chen C., Ding W., Zhang H., Zhang L., Huang Y., Fan M., Yang J., Sun D. Bacterial cellulose-based biomaterials: From fabrication to application // Carbohydr Polym. 2022 Feb 15,278:118995. doi: 10.1016/j.carbpol.2021.118995.

СЕКЦИЯ 3. МИКРОБИОЛОГИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ БИОТИЧЕСКОЙ И АБИОТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

ОПИСАНИЕ ЛИПОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ ПРИАРАЛЬЯ

Айтенов И.С., Бозоров Т.А., Тошматов З.О., Очилов Б.О., Меликузиев Ф.А., Исокулов М.З., Бегматов Ж.Т.

Институт генетики и экспериментальной биологии растений Академии наук Республики Узбекистан, г. Тошкент, Узбекистан

Введение. При производстве химические компоненты моющих средств опасны для человека и вызывают загрязнение окружающей среды, поэтому липазы используются как заменитель вредных веществ. Многие компании-производители сейчас выпускают моющие средства на основе ферментов. Моющие средства на основе липазы расщепляют молекулы липидов из загрязненных слоев. [1].

Липаза, выделенная из *Microbacterium* sp., важна в бумажной промышленности. *Microbacterium* sp. максимальное производство липазы начинается через 48 часов. *Microbacterium* sp. может быть хорошим источником фермента липазы, используемого в реакции переэтерификации при производстве биотоплива [2].

Bacillus spp., *Achromobacter* spp., *Alcaligenes* бактерии, *Arthrobacter* spp., *Pseudomonas* spp. были тщательно проверены на выработку липазы. В качестве многоцелевых биологических катализаторов липазы широко используются в нескольких областях, таких как медицина, фармацевтика, продукты питания и напитки, кожа, текстиль, моющие средства и биотопливо [3]. Внеклеточная липазная активность вновь выделенного термотолерантного штамма *Pseudomonas* определялась путем выращивания на различных твиновых питательных средах. [4]. Липазы, триацилглицерингидролазы представляют собой биотехнологически важную группу ферментов и широко используются в пищевой, молочной, моющей и фармацевтической промышленности. Липазы, полученные микробиологическими методами, играют важную роль на промышленных предприятиях [5, 6].

Способность микроорганизмов продуцировать липазу подтверждали инкубацией в течение 7 дней при температуре 30 °C в базальной среде с добавлением 1% Твина 80 [7].

Материалы и методы. Культивируемую микрофлору выделяли из образцов почвы при Аралье методом градуированного разведения (серийного разведения) на питательном агаре (0,5% пептон, 0,3% beef extract, 1,5% агар-агар, pH=6,8). При этом 800 мг образца почвы и песка тщательно смешивали с 0,9 мл буфера FTB (NaCl - 137 мМ, KCl - 2,7 мМ, Na₂HPO₄ - 1 мМ, KH₂PO₄ - 1,8 мМ, pH=7,4) и разбавляли до 1:106. Выделенные бактерии выращивали при 28 °C в течение 1-2 дней.

Для проверки липолитической активности бактерий использовали среду Твин (Твин, Пептон-1%, CaCl₂·2H₂O 0,1г/л, NaCl-5г/л, агар-агар). 5 бактериальных изолятов высевали в одну чашку петри на равном расстоянии друг от друга и инкубировали при 30°C в течение 48 часов. Активность липазы определяли по зоне, продуцируемой бактерией.

Результаты. В Приаралье собрано 16 образцов почвы. Образцы были взяты с разных расстояний и слоев для увеличения генетического и физиологического разнообразия.

Всего из 16 образцов почвы получено 306 бактериальных изолятов. 306 бактериальных изолятов были протестированы на активность липазы в средах Твин, а 67 бактериальных изолятов были идентифицированы в результате тестирования активности по зоне, образующейся вокруг бактериальной колонии. Размер липолитической зоны бактерий зависит от количества и уровня вырабатываемой бактериями липазы. Размер липолитической зоны определяет количество и уровень продукции липазы бактериями. Измеряли диаметр этой бактериальной колонии и липолитической зоны (мм).

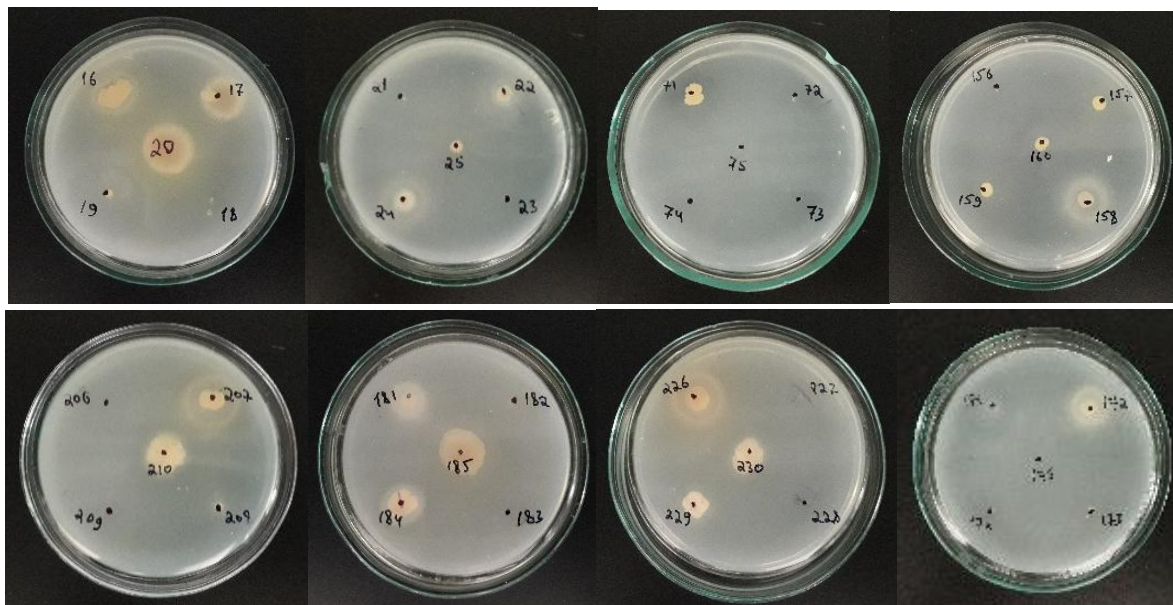


Рис. 1. Липолитическая зона бактерий

К настоящему времени показатель использования деятельностью человека микроорганизмов в различных отраслях стремительно увеличивается. Здравоохранение, фармацевтика, пищевая промышленность и т. д. Среди них одной из важных особенностей является ферментативная активность бактерий. Они обладают способностью синтезировать протеазу, целлюлазу, липазу, амилазу и ряд других ферментов. В вышеуказанной статье были проведены эксперименты по изучению липолитических свойств бактерий. Липазы, продуцируемые бактериями, широко используются в ряде областей, таких как медицина, фармацевтика, продукты питания и напитки, кожа, текстиль, моющие средства. Определение продукции липазы микроорганизмами предполагает оценку активности фермента различными качественными и количественными методами. Эти методы включают спектрофотометрические анализы, титриметрические анализы и хромогенные анализы. Выращивание микроорганизмов в среде, индуцирующей липазу, и измерение активности фермента с течением времени позволяют оценить кинетику продукции липазы. Понимание факторов, влияющих на выработку липазы, таких как доступность питательных веществ, pH, температура и перемешивание, имеет важное значение для оптимизации производственных процессов. В целом идентификация продукции липазы микроорганизмами необходима для разработки эффективных биопроцессов в самых разных областях: от продуктов питания и фармацевтики до биоремедиации и производства биотоплива.

Заключение. В эксперименте по изучению липолитических свойств бактерий 306 изолятов бактерий, выделенных из почвенной микрофлоры при Аралья, были выращены на среде, содержащей Твин, и 67 изолятов проявили высокий и различный уровень

липолитической активности. Отобранные липолитические бактерии служат первичным источником для выделения ферментов липазы и изучения их свойств.

Библиографический список

1. Javed, S., Azeem, F., Hussain, S., Rasul, I., Siddique, M. H., Riaz, M., ... Nadeem, H. (2018). Bacterial lipases: A review on purification and characterization. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 132, 23–34. doi:10.1016/j.pbiomolbio.2017.07.014 (<https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2017.07.014>)
2. Tripathi, R., Singh, J., Bharti, R. kumar, & Thakur, I. S. (2014). Isolation, Purification and Characterization of Lipase from *Microbacterium* sp. and its Application in Biodiesel Production. *Energy Procedia*, 54, 518–529. doi:10.1016/j.egypro.2014.07.293 (<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.07.293>)
3. Chandra, P., Enespa, Singh, R., & Arora, P. K. (2020). Microbial lipases and their industrial applications: a comprehensive review. *Microbial Cell Factories*, 19(1). doi:10.1186/s12934-020-01428-8 (<https://doi.org/10.1186/s12934-020-01428-8>)
4. Gilbert, E. J., Drozd, J. W., & Jones, C. W. (1991). Physiological regulation and optimization of lipase activity in *Pseudomonas aeruginosa* EF2. *Journal of General Microbiology*, 137(9), 2215–2221. doi:10.1099/00221287-137-9-2215 (<https://doi.org/10.1099/00221287-137-9-2215>)
5. Hasan, F., Shah, A. A., & Hameed, A. (2009). Methods for detection and characterization of lipases: A comprehensive review. *Biotechnology Advances*, 27(6), 782–798. doi:10.1016/j.biotechadv.2009.06.001 (<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2009.06.001>)
6. Gupta R, Gupta N, Rath P. Bacterial lipases: an overview of production, purification and biochemical properties. *Appl Microbiol Biotechnol* 2004,64:763–81
7. Djuric S, Pavic A, Jarak M, Pavlovic S, Starovic M, Pivic R, et al. Selection of indigenous fluorescent pseudomonad isolates from maize rhizospheric soil in Vojvodina as possible PGPR. *Rom Biotechnol Lett*. 2011,16(5):6580–90.

ВЫДЕЛЕНИЕ БАКТЕРИЙ-АНТАГОНИСТОВ ПРОТИВ ФИТОПАТОГЕННОЙ R. SOLANI ИЗ ОСТРОВНЫХ ПОЧВ

Айтенев И.С., Бозоров Т.А., Тошматов З.О., Меликузиев Ф.А., Исокулов М.З.

**Институт генетики и экспериментальной биологии растений Академии наук
Республики Узбекистан, г. Тошкент, Узбекистан**

Введение. Многие биотические и абиотические стрессы оказывают негативное влияние на выращивание экономически значимых культур. Одним из ключевых биотических стрессов являются фитопатогенные грибы, среди которых *Rhizoctonia solani* (*R. solani*) занимает особое место. Этот гриб является основным патогеном почвенных растений и ежегодно приводит к потерям урожая в размере 20–40% по всему миру [1]. *R. solani* — агрессивный некротрофный патоген растений, относящийся к группе базидиомицетов. Одной из его особенностей является формирование устойчивых склеротий размером 1–3 мм, которые служат основным источником инфекции и позволяют грибу выживать в экстремальных условиях. *R. solani* поражает множество видов растений, включая сорго,

фасоль, сахарную свеклу, салат, хлопок, сахарный тростник, а также декоративные растения и лесные деревья [2]. На данный момент выделено 14 анастомотических групп этого гриба (от AG-1 до AG-13 и AG-BI12-15). Исследования его патогенности осуществляются с помощью транскриптомики и сравнительной геномики, доступны проекты нескольких анастомотических групп (AG1-IA, AG1-IB, AG3 и AG8). Средства борьбы с *R. solani* включают агротехнические методы, такие как севооборот, биологические средства, использование устойчивых сортов и применение химических фунгицидов. Наиболее эффективной считается стратегия использования устойчивых сортов, однако разработка таких сортов занимает время, и появление новых рас возбудителя, способных преодолевать устойчивость, остается проблемой [3]. С одной стороны, химические средства, такие как фунгициды, хотя и просты в использовании и эффективны, значительно загрязняют окружающую среду [4]. Это приводит к проблемам с безопасностью пищевых продуктов, увеличивает затраты и негативно влияет на здоровье других организмов [5]. Фунгициды вызывают загрязнение водных ресурсов, включая подземные и почвенные воды, и накапливаются в пищевой цепи в виде химических остатков. Хотя опрыскивание уменьшает симптомы заболеваний, вызываемых *R. solani*, оно не уничтожает склеротии, являющиеся источником инфекции.

С другой стороны, использование микробных агентов биоконтроля и ризобактерий, способствующих росту растений (PGPR), представляет собой более безопасный и устойчивый подход [6]. Примеры таких агентов включают *Bacillus* spp., *Pseudomonas fluorescens*, некоторые виды *Streptomyces*, *Ulocladium* spp. и *Trichoderma* spp., которые обладают активностью против фитопатогенов, включая *R. solani*, как в лабораторных условиях, так и на поле [2]. Эти микробные агенты биоконтроля подавляют рост и развитие патогенов, высвобождая антибиотики и другие биоактивные вещества. Их использование не только борется с болезнями растений, но и способствует увеличению урожайности, что делает их важной частью разработки биопестицидов и устойчивых сельскохозяйственных практик [7].

Материалы и методы. Культивируемую микрофлору выделяли из проб почвы и песка, взятых по всему острову, используя метод ступенчатого разведения на питательном агаре (0,5 % пептон, 0,3 % говяжий экстракт, 1,5 % агар-агар, pH 6,8). Для этого 800 мг образца почвы и песка тщательно смешивали с 0,9 мл буфера ФТБ (NaCl - 137 мМ, KCl - 2,7 мМ, Na₂HPO₄ - 1 мМ, KH₂PO₄ - 1,8 мМ, pH 7,4) и разбавляли в соотношении до 1:10⁶. Выделенные бактерии культивировали при 30 °C в течение 1-2 дней. Патогенные грибы выращивали на среде КДА при температуре 25-26 °C на протяжении 7 дней. Возбудитель *R. solani* был получен из коллекции Фитопатогенов и других микроорганизмов уникального научного объекта Института генетики и экспериментальной биологии растений. Антагонистический эффект изолятов оценивали с помощью анализа на двухкультурной среде. Для подготовки двухкультурной среды смешивали КДА и питательный агар (ОА) в соотношении 1:1. Диск диаметром 5 мм, вырезанный из культуры патогенного гриба, помещали в центр чашки Петри с двухкультурной питательной средой, а бактериальные изоляты располагали в четырёх точках на расстоянии 2 см от центра.

Результаты. На территории острова было собрано 16 образцов почвы и песка. Пробы взяты из сухой части бывшего Аральского моря, с мест, где когда-то было побережье, а также с берега современного Малого Аральского моря. Используя метод разведения на питательном агаре с буфером ФБР, из собранных проб было выделено 306 бактериальных

изолятов. Наибольшее количество культивируемых бактериальных изолятов, 56 штук, было получено из образцов 7 и 114. Из образцов 8, 97 (1 см), 97 (10 см) и 9 было выделено очень мало бактериальных культур. В образцах 2 (1 см) и 3 (5 см) бактериальные колонии не были обнаружены. Каждая выделенная чистая культура подвергалась проверке на наличие антагонистических свойств по отношению к патогенному грибу *R. solani*. Бактерии-антагонисты были идентифицированы с использованием среды, приготовленной путем смешивания картофельно-декстрозного агара и питательного агара. В результате исследования у восьми бактериальных изолятов была обнаружена различная степень ингибирования роста гриба, выраженная в процентах.

Заключение. В рамках исследования были изучены антагонистические свойства 306 бактериальных изолятов, выделенных из почвы и песка по всему острову. Целью было определить их способность противостоять патогенным грибам *R. solani*. Из этого количества восемь изолятов, проявивших антагонистические свойства, были отобраны для дальнейшей молекулярной идентификации и возможного использования в биоконтроле.

Библиографический список

1. S. Srivastava, V. Bist, S. Srivastava, P.C. Singh, P.K. Trivedi, M.H. Asif, P.S. Chauhan, C.S. Nautiyal, Unraveling Aspects of *Bacillus amyloliquefaciens* Mediated Enhanced Production of Rice under Biotic Stress of *Rhizoctonia solani*, *Front. Plant Sci.* 7 (2016) 1–16.
2. S. Ghosh, P. Kanwar, G. Jha, Alterations in rice chloroplast integrity, photosynthesis and metabolome associated with pathogenesis of *Rhizoctonia solani*. *Scientific Reports*, Nat. Publ. Group 7 (2017) 1–12.
3. M. Del Mar Jimenez-Gasco, R.M. Jimenez-Diaz, Development of a specific polymerase chain reaction-based assay for the identification of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* and its pathogenic races 0, 1A, 5, and 6. *Phytopathology*, *Phytopathology* 93 (2003) 200–209.
4. E. Latz, N. Eisenhauer, B.C. Rall, S. Scheu, A. Jousset, Unravelling Linkages between Plant Community Composition and the Pathogen Suppressive Potential of Soils, *Sci. Rep.* 6 (2016) 1–10.
5. I. Barak, Editorial: Spores and spore formers, *Front. Microbiol.* 8 (2017) 1–2.
6. M.A.B. Herman, B.A. Nault, C.D. Smart, Effects of plant growth-promoting rhizobacteria on bell pepper production and green peach aphid infestations in New York, *Crop Protect.* 27 (2008) 996–1002.
7. G.V. Bloemberg, B.J.J. Lugtenberg, Molecular basis of plant growth promotion and biocontrol by rhizobacteria, *Curr. Opin. Plant Biol.* 4 (2001) 343–350.

ВЛИЯНИЕ Zn-СОЛЮБИЛИЗИРУЮЩИХ И СИДЕРОФОР ПРОДУЦИРУЮЩИХ PGP-РИЗОБАКТЕРИЙ НА РОСТ МИКРОЗЕЛЕНИ ГОРЧИЦЫ

**Ахамуэфуле К.Ч., Майорова Е.А., Малева М.Г., кандидат биологических наук, доцент
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия**

Введение. Поиск эффективных способов биообогащения культур без использования вредных для среды химических удобрений является актуальным в наше время, в связи с проблемой недостатка в рационе необходимых для здоровья человека макро- и

микроэлементов. Известно, что проростки семян продовольственных культур содержат больше питательных, физиологически активных веществ и микроэлементов, чем зрелые растения [2]. Поэтому одним из методов биофортификации может стать инокулирование семян зеленных культур ростстимулирующими ризобактериями (от англ. “Plant growth promoting rhizobacteria”, PGPR), способными эффективно солюбилизовать труднорастворимые соединения макро- и микроэлементов (например, фосфора и цинка), а также продуцировать индолил-3-уксусную кислоту (ИУК), аммоний и другие полезные метаболиты [3–5].

Цель исследования: оценить влияние Zn-солюбилизирующих и сидерофор продуцирующих штаммов PGPR на ростовые параметры микрозелени горчицы белой (*Synapsis alba* L.) в экспериментах на чашках Петри.

Материалы и методы. Исследуемые штаммы (СТФ) были выделены из ризосферы *Tussilago farfara* L., произрастающей на территории шлакохранилища вблизи медеплавильного комбината, г. Карабаш, Челябинская область. В почве участка, на котором отбирали пробы, были обнаружены высокие концентрации тяжелых металлов (Zn, Fe, Cu, Cr, Ni и Pb). Изоляты были предварительно идентифицированы с помощью молекулярно-генетического анализа с использованием секвенирования генома 16S рПНК (rDNA) [1]. Для выделенных штаммов были определены способность к солюбилизации нерастворимых соединений цинка [3] и показатель МИК (минимальная ингибирующая концентрация) [5]. Для определения МИК изоляты выращивали на чашках с LB (Лурия–Бертани)-агаром с концентрациями металлов (Zn: от 0,5 до 2,5, Fe: от 1 до 9 г/л) в течение 5 дней при 28 °С. Исследование изолятов на PGP-свойства проводили согласно ранее опубликованным методам [5]. Способность к синтезу ИУК оценивали путем добавления реактива Сальковского к свежеприготовленным культурам. Для расчета концентрации ИУК в диапазоне 0–50 мг/л была построена калибровочная кривая с использованием коммерчески доступной ИУК (Sigma-Aldrich). Способность к солюбилизации недоступных форм фосфатов подтверждали спектрофотометрически при 420 нм после появления желтого цвета при взаимодействии культур с ванадий-молибденовым реагентом, и оценивали по калибровочной кривой, построенной на основе раствора дигидроортофосфата калия. Продукцию сидерофоров оценивали по размеру солюбилизованных галозон, относительно диаметра колоний, выращенных на агаре с Fe-CAS (хромазуолом S). Образование аммиака фиксировали по появлению желто-коричневой окраски после добавления реактива Несслера к бактериальной культуре.

Влияние штаммов PGPR на проростки горчицы оценивали в экспериментах на чашках Петри. Зрелые семена подвергали стерилизации 70%-м этанолом в течение 30 с, затем 2 мин 4%-м раствором гипохлорита натрия, и несколько раз промывали стерильной водой Millipore (Milli-Q, Франция). Семена оставляли в воде на 24 ч, затем в опытных вариантах ее заменяли на бактериальные культуры, предварительно выращенные на LB-среде, отцентрифугированные и разведенные на стерильной дистиллированной воде (10^8 КОЕ/мл). Контролем (КС) служили неинокулированные семена, оставленные на дистиллированной воде. В каждую чашку Петри, с подложенной влажной стерильной фильтровальной бумагой, помещали по 20 семян (5 чашек на один вариант), и ежедневно проверяли всхожесть до полного прорастания (6 суток). Эксперимент повторяли дважды, полученные результаты усредняли. Характеристики всхожести семян оценивали по Kumar et al. [6]. Был рассчитан процент всхожести семян (%) как отношение числа проросших семян к общему числу семян

× 100. Индекс жизненной энергии (vigor index) рассчитывали, как произведение процента всхожести семян (%) на среднее значение сухой биомассы проростка (г). Скорость прорастания семян рассчитывали, как средневзвешенное количество дней, за которое прорастает одно семечко. После полного прорастания семян (через 6 суток) измеряли длину проростков (см), их сырую и сухую биомассу (г). Статистическая обработка включала в себя расчет средних арифметических значений каждого параметра и их стандартных ошибок. Достоверность различий между вариантами оценивали с помощью критерия Тьюки (HSD test) при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Из общего числа изолятов, выделенных из ризосферы *T. farfara*, было отобрано 4 штамма, идентифицированные как *Arthrobacter* sp. CTF1, *Pseudomonas* sp. CTF2, *Bacillus* sp. CTF3, *Pseudomonas* sp. CTF7, которые не только активно солюбилизовали соединения с недоступной формой цинка (0,1% ZnO, ZnCO₃ или Zn(PO₄)₂), обладали наибольшей устойчивостью к цинку и железу, но и проявляли другие PGP-способности (табл. 1).

Процент всхожести семян является одной из важнейших характеристик сельскохозяйственных культур. Только те семена, которые быстро и энергично прорастают в контролируемых опытах, могут дать сильные всходы в полевых условиях [6]. По всхожести в первые сутки лидировали неинокулированные семена, однако уже на третьи сутки всхожесть семян, инокулированных CTF-штаммами, составляла в среднем 85%, и опережала контрольный вариант (74%). Наилучшую всхожесть показали растения, инокулированные штаммом *Pseudomonas* sp. CTF7 (91%). Однако средняя скорость прорастания семян была выше в контроле (1,46 сут.), чем у семян, инокулированных CTF-штаммами (в среднем 1,74 сут.). Медленнее всего проклевывались семена, инокулированные штаммом *Arthrobacter* sp. CTF1.

Таблица 1 – Основные характеристики отобранных CTF-штаммов

Штамм	*Эффективность Zn-соллюбилизации			МИК (г/л)		*Эффективность продукции сидерофоров	¹ Фосфат-соллюбилизация (мг PO ₄ ³⁻ /л)	¹ Синтез ИУК (мг/л)	Синтез NH ₃
	ZnO	ZnCO ₃	Zn(PO ₄) ₂	Zn	Fe				
<i>Arthrobacter</i> sp. CTF1	250	CO	CO	2,3	9,0	360	5,6 ± 3,5	12,2 ± 0,6	+
<i>Pseudomonas</i> sp. CTF2	400	350	320	2,5	9,0	280	42,5 ± 3,2	13,0 ± 0,1	-
<i>Bacillus</i> sp. CTF3	400	400	270	2,5	7,5	300	225,3 ± 7,8	15,5 ± 0,5	+
<i>Pseudomonas</i> sp. CTF7	200	340	260	2,3	7,5	270	2,6 ± 0,2	12,2 ± 0,5	-

Примечание: *отношение размера соллюбилизированной галозоны к диаметру колонии × 100%. ¹Среднее арифметическое значение ± стандартная ошибка (n = 3). CO – соллюбилизация отсутствует. +Положительная реакция.

Индекс жизненной энергии является важной характеристикой качества семян, поскольку определяет качество урожая [6]. В проведенных экспериментах индекс энергии, а также сухая биомасса 6-дневных проростков горчицы, инокулированных CTF-штаммами, были существенно выше, чем у неинокулированных (рис. 1а). Наибольшее увеличение этих показателей также отмечено у семян, инокулированных штаммом CTF7.

Сырая биомасса была достоверно выше (на 18%) у проростков, инокулированных штаммами, принадлежавшими роду *Pseudomonas* sp. – CTF2 и CTF7 (рис. 1б).

Интересно, что длина инокулированных проростков зависела не от рода бактерий, а от индивидуальных свойств штамма: CTF7-инокулянты меньше влияли на длину проростков горчицы, чем CTF2 (рис. 1в).

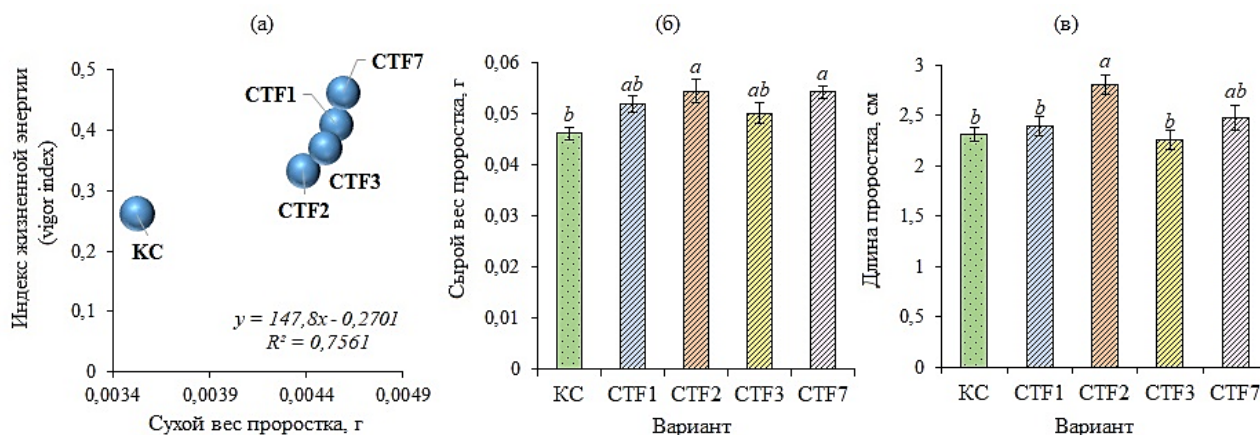


Рис. 1. Индекс жизненной энергии, сухая (а), сырая (б) биомасса, длина (в) проростков горчицы, инокулированных Zn-соллюбилизирующими и сидерофор продуцирующими штаммами PGP.

Закключение. Анализ полученных результатов показывает, что в целом у выделенных Zn-соллюбилизирующих и сидерофор продуцирующих штаммов PGP-ризобактерий имеется потенциал для биообогащения микрорезели горчицы эссенциальными элементами. Отобранные изоляты показали высокую эффективность соллюбилизации недоступных соединений цинка (от 200 до 400 %) и фосфатов (до 225,3 мг/л), способность к продукции сидерофоров (от 270 до 360 %), ИУК (до 15,5 мг/л) и NH_3 (у CTF1 и CTF3). Инокулированные проростки показали более высокие значения по всхожести, индексу жизненной энергии, активнее накапливали биомассу (как сырую, так и сухую). Наилучший эффект был отмечен в случае инокуляции штаммом *Pseudomonas* sp. CTF7, что делает его перспективным для дальнейших горшечных и полевых экспериментов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-26-00292, <https://rscf.ru/project/23-26-00292>.

Библиографический список

1. Воропаева О.В., Борисова Г.Г., Малева М.Г., Подставкаина А.В., Ермошин А.А., Тугбаева А.С., Филимонова Е.И. Ростстимулирующая активность и металлоустойчивость изолятов бактерий из ризосферы орхидеи *Epidactis atropurpurea*, произрастающей на серпентинитовых субстратах Среднего Урала // Журнал Сибирского федерального ун-та. Биология. 2022. Т. 15. № 3. С. 297-313.
2. Осман А.Д., Елисеева Л.Г., Зеленков В.Н., Латушкин В.В., Бассел Х. Пищевая ценность микрорезели и зрелого салата (*Lactuca sativa*), выращенных в условиях фитотрона городского типа (ISR 0.2) // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий, 2020. Т. 82. № 2. С. 55-60.

3. Bhakat K., Chakraborty A., Islam E. Characterization of zinc solubilization potential of arsenic tolerant *Burkholderia* spp. isolated from rice rhizospheric soil // *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 2021. V. 37. 39.
4. Goswami D., Thakker J.N., Dhandhukia P.C. Portraying mechanics of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): A review // *Cogent Food & Agriculture*, 2016. V. 2(1). 1127500.
5. Kumar A., Tripti, Voropaeva O., Maleva M., Panikovskaya K., Borisova G., Rajkumar M., Bruno L.B. Bioaugmentation with copper tolerant endophyte *Pseudomonas lurida* strain EOO26 for improved plant growth and copper phytoremediation by *Helianthus annuus* // *Chemosphere*, 2021. V. 266. 128983.
6. Kumar B., Verma S.K., Ram G., Singh H.P. Temperature relations for seed germination potential and seedling vigor in *Palmarosa* (*Cymbopogon martinii*) // *Journal of Crop Improvement*, 2012. V. 26. P. 791-801.

ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ К АНТИСЕПТИКАМ БАКТЕРИЙ- КОНТАМИНАНТОВ ПОВЕРХНОСТЕЙ УЧЕБНЫХ АУДИТОРИЙ

Бубнова А.И.

**Научный руководитель: Гусева Т.М., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика
И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Рязань, Россия**

Введение. Микробиота поверхностей в помещениях, в том числе и в учебных аудиториях, формируется в результате поступления воздушной и контактной микрофлоры. На различных поверхностях: компьютерных столах и технике, офисных принадлежностях, а особенно на дверных ручках, оседают пылевые частицы и воздушные аэрозоли, содержащие микроорганизмы с выраженными адгезивными свойствами. По данным исследователей, среди этих микроорганизмов часто присутствуют возбудители различных инфекций. С целью обеззараживания воздуха и поверхностей в помещениях, в том числе и учебных аудиториях, функционируют микробицидные ультрафиолетовые излучатели (УФИ). Но на поверхностях может формироваться биопленка, которая обладает устойчивостью к различным внешним воздействиям, в том числе и антимикробным препаратам, что обеспечивает защиту бактерий-контаминантов от неблагоприятных для их жизнедеятельности факторов окружающей среды, а также формирует полирезистентность. Биологические пленки также создают условия и обеспечивают необходимые факторы для горизонтального переноса генов, детерминирующих устойчивость к антимикробным средствам. К таким факторам относят: высокую плотность бактериальных клеток, увеличенную генетическую компетентность, накопление генетических элементов или поглощение R-плазмид, обеспечивающих резистентность. Бактерии в таких пленках на различных поверхностях могут длительное время сохранять контагиозность. Данные ряда исследований свидетельствуют о том, что даже при незначительном времени контакта с контаминированными поверхностями на руки переносится до 40 % бактерий [1, 2]. Тот факт, что бактерии на поверхностях развивают устойчивость к антисептикам, дезинфектантам и антибиотикам, а также некоторым физическим факторам представляют серьезную медико-

экологическую проблему. Это определяет актуальность и направление настоящего исследования.

Материалы и методы. Объект исследования нашей работы – изоляты бактерий, выделенные с дверных ручек учебных аудиторий, как зон риска наибольшего скопления микроорганизмов-контаминантов. Ручки дверей внутри помещения регулярно подвергались воздействию ультрафиолета от бактерицидного облучателя, в отличие от ручек, расположенных с другой стороны двери.

Исследования проводили в соответствии с МУК 4.2.2942-11 и Р 4.2.2643-10 [3, 4].

С целью оценки микробной загрязненности дверных ручек проводили взятие смывов стерильными ватными тампонами, увлажненными стерильным физ. раствором с последующим посевом на питательный агар – для определения общей микробной контаминации, желточно-солевой агар (ЖСА) – для выделения *Staphylococcus aureus*, среду Эндо – для выявления колиформных бактерий. Выделенные бактерии тестировали на чувствительность к антисептическим препаратам, как моно-, так и комбинированным, из разных химических групп методом диффузии в агар (табл.1). Проводили сравнительную оценку чувствительности бактерий, выделенных с дверных ручек по обе стороны дверей. Опыт проводили в трехкратной повторности. Результаты подвергались статистической обработке.

Таблица 1 – Характеристика антисептиков, используемых в опыте

№	Название	Химическая группа (состав)
1	Делия комби	Комбинированный препарат на основе четвертичных аммониевых соединений (ЧАС), пропиловых спиртов (содержание 75%), содержит производное фенола
2	Альтсепт	Комбинированный препарат на основе хлоргексидина биглюконата и N-пропанола (пропанол-1)
3	Erisan Pro	Спирты (изопропанол (65%), пропанол (10%))
4	Хлоргексидин	Гуанидины (хлоргексидин)
5	Перекись водорода	Кислородсодержащие (H_2O_2)
6	Doctor BerGGi	Четвертичные аммониевые соединения (ЧАС, эфирное масло эвкалипта, наночастицы серебра)
7	Антисептический гель «Бархатные ручки»	Спирты (этанол 70%, касторовое масло)
8	Антисептический гель «Целебные травы»	Спирты (этанол 70%, экстракт Алоэ Вера)

Результаты и обсуждение. После инкубации посевов в термостате при 37 °С в течение 24 часов, отметили следующее: на средах ЖСА и Эндо колонии отсутствовали. На питательном агаре выросли визуально идентичные пигментированные колонии, образованные грамположительными крупными кокками, морфологически принадлежащими к роду *Micrococcus* (рис. 1).

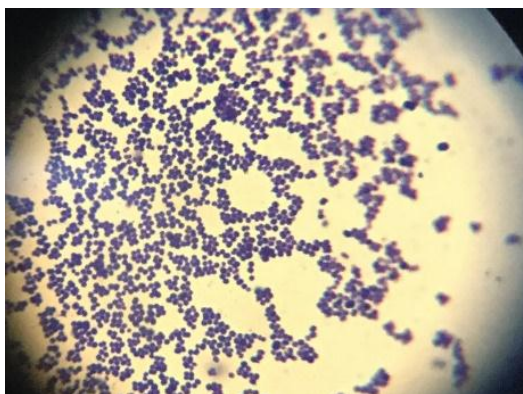


Рис. 1. Морфология бактерий рода *Micrococcus*.

Количество колоний на дверных ручках внутри аудиторий оказалось значительно меньше ($12 \pm 2,4$), чем на ручках, не подвергавшихся воздействию ультрафиолета ($43 \pm 3,4$).

Результаты опыта приведены в таблице 2 и на рисунке 2.

Таблица 1 – Диаметры зон задержки роста вокруг дисков с антисептиками, (среднее значение, мм)

№	Антисептик	Бактерии на ручках дверей	
		внутри	снаружи
1	Делия комби	$20 \pm 2,1$	$16 \pm 2,4$
2	Альтсепт	$14 \pm 2,4$	$15 \pm 3,1$
3	Erisan Pro	0	$7 \pm 2,3$
4	Хлоргексидин	$8 \pm 2,3$	$12 \pm 2,4$
5	Перекись водорода	0	0
6	Doctor BerGGi	$10 \pm 1,6$	$7 \pm 2,1$
7	Антисептический гель «Бархатные ручки»	0	$10 \pm 1,8$
8	Антисептический гель «Целебные травы»	0	0



а)



б)

Рис. 2. Зоны задержки роста бактерий-контаминантов вокруг дисков с антисептиками (а - внутри помещения, б - снаружи)

Результаты эксперимента показали, что бактерии, выделенные с поверхности дверных ручек внутри аудиторий, подвергающиеся влиянию УФИ, обладают большей устойчивостью к антисептикам. Но, в тоже время, чувствительность к антисептикам, на основе четвертичных аммониевых соединений оказалась у данных бактерий выше. Можно

предположить, что воздействие УФИ индуцирует у данных бактерий широкий спектр мутаций, включая изменение резистентности к антимикробным средствам.

Такие антисептики, как перекись водорода и гель «Целебные травы» показали 100% неэффективность в отношении выделанных бактерий-контаминантов.

Заключение. Постоянное пользование дверными ручками способствует скоплению на них микроорганизмов. Бактерии-контаминанты данных поверхностей учебных аудиторий обладают различной чувствительностью к антимикробным средствам. Более резистентны бактерии, находящиеся в зоне влияния ультрафиолетового излучателя, но в результате индуцированных мутаций возрастает чувствительность к препаратам на основе четвертичных аммониевых соединений. Следовательно, для обработки рук, можно считать наиболее оптимальными антисептики, принадлежащие к группе ЧАС.

Библиографический список

1. Лыков И.Н., Голик Т.А., Жихор А.А., Ушакова А.Н. Загрязнение различных поверхностей антибиотико-резистентными // Молодой ученый, 2021. № 33 (375). с. 77-71.
2. Лыков И.Н., Павлова О.П. Медико-экологические аспекты бактериальной контаминации воздуха и поверхностей офисов и учебных аудиторий // Проблемы региональной экологии, 2020. №2. С. 96-100.
3. МУК 4.2.2942-11. Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях, Методические указания. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 12 с.
4. Р 4.2.2643-10. Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. 615 с.

АНТИФУНГАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ РИЗОСФЕРНЫХ БАКТЕРИЙ В ОТНОШЕНИИ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ РОДА ALTERNARIA

Еремеева С.В. кандидат биологических наук, доцент,
Сопрунова О.Б. доктор биологических наук, профессор, **Бареева А.Ш.**
ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»,
г. Астрахань, Россия

Введение. В Астраханской области одним из самых вредоносных заболеваний растений является альтернариоз, распространению которого способствует аридность климата, обедненность биогенными веществами почв, а также пораженность семенного материала спорами грибов. От заболеваний культурных растений теряется до 30 % потенциального урожая. В борьбе с этой болезнью используют химические и биологические препараты, при этом за счет вторых можно не только повысить продуктивность земледелия, но и снизить потребность в минеральных удобрениях [6].

Основу биопрепаратов составляют живые культуры природных антагонистов фитопатогенов – свободноживущих почвенных, ризосферных, эпифитных и эндофитных

микроорганизмов. Такие культуры кроме антагонизма к фитопатогенным микроорганизмам, часто фиксируют атмосферный азот, синтезируют ауксины, цитокинины, гиббереллины, сидерофоры, антибиотики и различные ферменты, тем самым повышая продуктивность и выживаемость растений [2]. Фунгицидные биопрепараты в России производят на основе бактерий родов *Bacillus* и *Pseudomonas* [4]. В настоящее время изучается возможность использования для защиты растений от фитопатогенов бактерий родов *Lactobacillus* [5] и *Azotobacter* [3].

Целью данной работы является изучение влияния коллекционных культур ризосферных бактерий кафедры «Прикладная биология и микробиология» АГТУ на микроскопические грибы рода *Alternaria*.

Материалы и методы. Объектом исследований служили 32 изолята из рабочей коллекции ризосферных бактерий, выделенных из различных экосистем Астраханской области. Штаммы микроорганизмов поддерживались питательном агаре (ПА). В качестве тест-объектов использовали коллекционные культуры фитопатогенных грибов (*Alternaria* sp.1, *Alternaria* sp.2, *Alternaria* sp.3), выделенные из зернобобовых сельскохозяйственных растений, которые поддерживались на картофельно-глюкозном агаре (КГА).

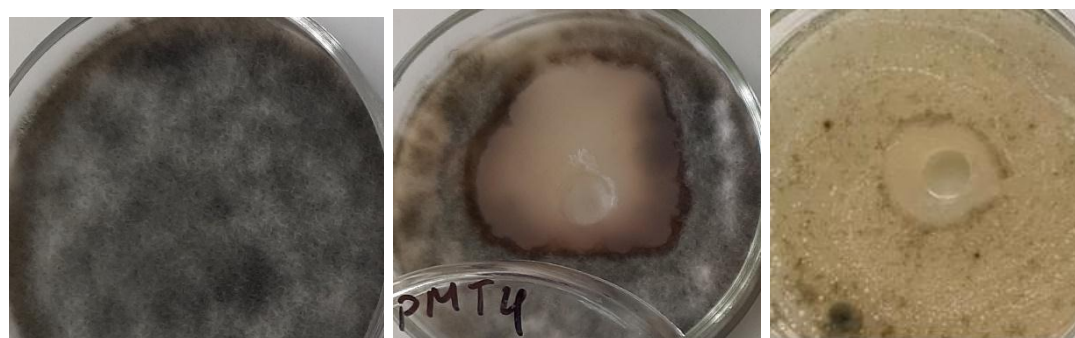
Фунгицидную активность бактерий определяли с помощью метода лунок на КГА. Бактерии проявляют фунгицидную активность, если зона отсутствия роста (ЗЗР) грибной колонии около лунки с суспензией бактерий составляет от 10 мм и более. ЗЗР от 11 до 20 мм свидетельствует о среднем антагонизме, более 20 мм – о высоком [2]. Визуально отмечали характер роста, изменение цвета, плотности и толщины колоний фитопатогена. Микроморфологические нарушения вегетативных структур фитопатогенных микромицетов определяли с помощью светового микроскопа Микромед Р-1-LED. Фотодокументирование исследуемых объектов проводили цифровой камерой Scopetek. Статистическую обработку результатов проводили с помощью Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. Антагонистическую активность ризосферных бактерий оценивали по фунгицидному (полное подавление роста грибов) или фунгистатическому (задержка роста и видоизменения мицелия, задержка или отсутствие спорообразования) действию на микромицеты.

Изучаемые изоляты бактерий проявляли антифунгальную активность в отношении микромицетов рода *Alternaria* выше средней только в 50% случаев. Среднюю степень антагонизма проявили 9 и высокую – 7 изолятов, причем отмечено ингибирование роста отмечено не всех альтернаний. Штаммы наименее активно подавляли рост *Alternaria* sp1. Только 5 из 32 изолятов проявляли среднюю активность с зоной задержки роста 11,0-16,5 мм. Рост *Alternaria* sp2 подавляют на 10-20 мм (средняя степень антагонизма) только 6 изолятов бактерий, три изолята образуют зоны ингибирования фитопатогена вокруг лунки на 40,0, 22,8 и 27,5 мм соответственно, полностью подавляя рост грибов. Из 32 изолятов бактерий 22% подавляют рост колоний вокруг лунки *Alternaria* sp3 на 10-20 мм, то есть проявляют среднюю степень антагонизма, еще 7 изолятов проявляют высокую степень антагонизма – зона задержки роста этого вида альтернаний от 21 до 40 мм. Особенности воздействия изолятов на разные виды *Alternaria* возможно связаны с разной патогенностью, агрессивностью и специализацией представителей этого рода микромицетов. Среднюю и высокую степень антагонизма ко всем трем штаммам альтернаний проявляют только 4 изолята из 32-х изученных. Изоляты наиболее активно подавляют рост *Alternaria* sp3, проявляя среднюю и высокую степень антагонизма (44% исследованных штаммов). Рост

патогена *Alternaria* sp1 подавляют более чем на 10 мм только 22% изолятов бактерий, а *Alternaria* sp2 – 28%.

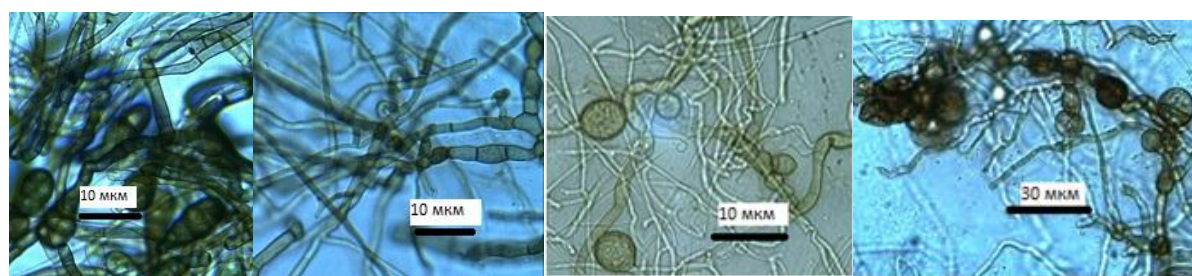
В зоне антагонистического действия бактерий патогены часто не формировали воздушный мицелий, происходил его лизис и осветление (рис. 1). Такие видоизменения могут быть связаны с литическими или антибиотическими веществами [1]. При изучении микроморфологических изменений вегетативных структур грибов в результате воздействия ризосферных бактерий отмечено нарушение развития ростковых трубок, образование сферопластоподобных структур, излишне разветвленного, септированного, вакуолизированного мицелия (рис. 2).



контроль зона задержки роста

слаборазвитый мицелий

Рис. 1. Видоизменения колоний *Alternaria*



А

Б

В

Г

Рис. 2. Видоизменения мицелия *Alternaria*: А - контроль, Б – стерильный септированный мицелий, В - формирование сферопластоподобных структур, излишне септированный и вакуолизированный мицелий (нитка бусин или клетки типа «хламидоспор»), Г - лизис сферопластоподобных структур и конидий

Обнаруженные нами видоизменения грибных гиф характерны для действия многих бактерий-антагонистов фитопатогенных грибов, что может привести к частичной потере агрессивности патогенов [1]. Ризосферные микроорганизмы могут вызывать локализованный лизис клеточной стенки фитопатогенных грибов в местах контакта бактерии-продуцента с гифами гриба [7], что приводит к разрушению клеточных стенок и гибели фитопатогена.

Показатели антагонистической активности исследуемых изолятов сопоставимы с таковыми ранее изученных известных штаммов бактерий, выделенных из почв аридных территорий. Так штамм *Bacillus*, выделенный из почв Астраханской области [6], проявляет фунгицидное действие в отношении грибов рода *Alternaria* с образованием ЗЗР 33 мм.

Заключение. По признаку антагонистической активности из 32 исследованных изолятов ризосферных бактерий 50% культур с разной эффективностью подавляют развитие фитопатогенных грибов рода *Alternaria*. Наиболее активно они подавляли рост *Alternaria* sp3,

проявляя среднюю и высокую степень антагонизма (44% исследованных штаммов). Рост патогена *Alternaria* sp1 подавляют более чем на 10 мм только 22% изолятов бактерий, а *Alternaria* sp2 – 28%. Среднюю и высокую степень антагонизма ко всем штаммам альтернарий проявляли только четыре культуры ризосферных бактерий.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 23-26-00227 “Генетическая паспортизация ризосферных микроорганизмов аридных экосистем с биотехнологически значимыми свойствами».

Библиографический список

1. Актуганов Г.Э., Галимзянова Н. Ф., Жарикова Н. В. Хитинолитическая активность и антагонистические свойства бактерий-деструкторов хлорфеноксикислот // Известия Уфимского научного центра РАН. 2017. N 2. С. 50-56. EDN YPIAED. https://elibrary.ru/download/elibrary_29214838_94668557.pdf (дата обращения: 22.07.2022)
2. Грабова А. Ю., Драгатов И. В., Крючкова Л. А., Пасичник Л. А., Авдеева Л. В. Скрининг штаммов бактерий рода *Bacillus* – активных антагонистов фитопатогенов бактериальной и грибной природы // Мікробіологічний журнал. 2015. Т. 77. N 6. С. 47-54. https://web.archive.org/web/20180721230500id_/http://microbiolj.org.ua/images/files/magazine/2015/6/2015_77_6_06_Grabova.pdf (дата обращения: 22.10.2023)
3. Закирьяева С.И. Антифунгальная активность рода *Azotobacter* по отношению к фитопатогенным грибам // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. 2020. 1(79). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/11161> (дата обращения: 02.07.2023)
4. Кузьмина Л.Ю., Архипова Т.Н., Актуганов Г. Э., Галимзянова Н.Ф., Четвериков С.П., Мелентьев А.И. Бактерии родов *Advenella*, *Bacillus* и *Pseudomonas* - перспективная основа биопрепаратов для растениеводства // Биомика. 2018. Т. 10. N 1. С. 016-019. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2018-4
5. Молжигитова А.Е. Исмаилова Э.Т., Шемшур О.Н., Саданов А.К. Оценка биологической и хозяйственной эффективности биопрепаратов против возбудителя бактериального ожога (*Erwinia amylovora*) // Микробиология және вирусология. 2020. N 4 (31). С. 31-41. <https://doi.org/10.53729/MV-AS.2020.04.04>
6. Сопрунова О.Б., Байрамбеков Ш. Б., Баубекова Д. Г. Перспективный штамм бацилл для разработки микробного биопрепарата для снижения пестицидной нагрузки при выращивании овощебахчевой продукции и картофеля в Астраханской области // Известия Уфимского научного центра РАН. 2015. N 4-1. С. 147-149. <https://elibrary.ru/item.asp?id=24840753> (дата обращения: 22.05.2023)
7. Falardeau J., Wise C., Novitsky L., Avis T. J. Ecological and mechanistic insights into the direct and indirect antimicrobial properties of *Bacillus subtilis* lipopeptides on plant pathogens. J. Chem. Ecol. 2013. V. 37(7), pp. 869-878. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10886-013-0319-7>

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЯЕМЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА МИКРОФЛОРУ ПОЧВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ СЕЛЬХОЗЦЕЛЕЙ

**Зайнитдинова Л.И., доктор биологических наук, профессор, Жураева Р.Н.,
кандидат биологических наук, Косимов Д.И., кандидат биологических наук,
Лазутин Н.А., кандидат биологических наук, Мавжудова А.М., кандидат
биологических наук, Акиншина Н.Г., кандидат биологических наук
Институт микробиологии Академии наук Республики Узбекистан,
г. Тошкент, Узбекистан**

Введение. Микроорганизмы и микробиологические процессы играют важную роль в плодородии почвы и питании растений. В условиях интенсивного земледелия, применяемого в настоящее время практически на всех возделываемых почвах, в почву вносится большое количество как минеральных удобрений, так и различных пестицидов, которые оказывают большое влияние на соотношение питательных веществ в почве и могут быть причиной нарушения биологического равновесия. Также жизнедеятельность почвенных микроорганизмов приводит к трансформации вносимых пестицидов, что также может влиять на состав и жизнеспособность естественной микрофлоры почв. Пестициды как сами влияют на активность микробиологических процессов в почве, так и продукты их биотического и абиотического разложения. Многие гербициды в целом угнетают дыхание почвы и процесс нитрификации. Но также отмечена стимуляция дыхания в почве малыми дозами пестицидов.

В настоящее время сельское хозяйство использует широкий спектр химических веществ, включая гербициды, фунгициды, инсектициды, без которых невозможно управление фитосанитарным состоянием агроэкосистем. Известно, что гербициды – химические вещества, которые используются для защиты сельскохозяйственных растений от распространения особо опасных многолетних корневищных, корнеотпрысковых и карантинных сорных растений. Длительное действие гербицида имеет положительное значение – снижается засоренность. Однако при этом они могут влиять на растительно-микробные взаимодействия через их воздействие на возбудителя или на другую почвенную биоту.

Для почвенных микроорганизмов характерна определенная выборочная чувствительность к гербицидам и пестицидам. Существуют противоречивые данные о влиянии пестицидов на микробиоту почвы. По одним данным пестициды, в частности гербициды, не имеют влияния на почвенные микроорганизмы, другие свидетельствуют о существенном их влиянии [2, 6]. Почвенные микроорганизмы, в свою очередь, как биологический фактор влияют на плодородие почв, характеризующееся биологической и ферментативной активностью. Для поддержания и повышения почвенного плодородия, эффективного использования вносимых удобрений, правильного применения пестицидов необходимо исследование течения микробиологических процессов в почве. Согласно многочисленным исследованиям, основные факторы разложения гербицидов зависят от физико-химических свойств почвы, гидролиза под воздействием почвенной влаги и деятельности почвенных микроорганизмов [3, 5]. Многие микроорганизмы обладают способностью очищать загрязненную окружающую среду и могут применяться в качестве биоремедиации загрязнителей. Однако, влияние гербицидов на микробиологические процессы в сероземных почвах, численность основных групп почвенных микроорганизмов и биологическую активность почв практически мало изучено в нашем регионе.

В связи с этим, изучение влияния пестицидов на микробиоценозы почв имеет большое значение для своевременной коррекции микрофлоры почв и повышения ее плодородия.

Материалы и методы. Проведены полевые исследования по определению влияния пестицидов на микрофлору почвы на земельном участке института Микробиологии АН РУз. Обработку почвы опытного участка проводили водным раствором препарата АГРОФОС (содержание хлорпирифос+циперметрин составляло 500/50 г/л). Почва загрязнена пестицидами с помощью опрыскивателя. Исследования проводились в весенний период. Пробы с контрольного и опытного участков отбирались и анализировались каждые 10 суток в течение месяца. Анализ проводили по основным трофическим группам микроорганизмов: гетеротрофные бактерии, микроскопические грибы, актиномицеты и олигонитрофилы.

Влияние гербицида пендиметалина проводили на опытных полях научно-исследовательского Института защиты растений. Почву обрабатывали гербицидом непосредственно перед посевом. В качестве контроля использовали почвы свободные от гербицида. Пробы отбирали с глубины 0-5 см, 0-20 см. Погодные условия в вегетационный период были весьма напряженными по влагообеспеченности (дождливая погода).

Микробиологический анализ почв проводили общепринятыми методами: численность аммонификаторов определяли на среде МПА и МПБ, споровые бактерии на среде Сусло+агар (1:1), олигонитрофилы на среде Эшби, актиномицеты – на крахмалоаммиачном агаре (КАА), численность микромицетов – на агаре Чапека.

Численность микроорганизмов определяли в исходной почве и через 7 и 30 суток после внесения А-СТОМП (пендиметалин). Посев производили в трёхкратной повторности из разведений до 10^7 . Чашки с посевами выдерживали в термостате при температуре 28-30°C. Идентификацию культур бактерий проводили по определителю Берджи [1], микроскопические грибы идентифицировали по определителю Ф. Герхардта [4].

Результаты и обсуждение. Независимо от способа и вида применения, все пестициды попадают в почву, воду и другие объекты окружающей среды, накапливаются в них и в результате отрицательно влияют на полезную биоту. Проведенный химический и гранулометрический анализ проб почвы показал содержание аммонийного азота до 5 мг на 100 г почвы, нитратного – до 8 мг на 100 г почвы фосфатов – до 5 и мг на 100 г почвы. Гранулометрический анализ показал, что основная часть представлена частицами 1-2 мм. В целом, судя по численности изученных групп микроорганизмов, в почвенных образцах складывается благоприятный питательный режим с наличием разнообразных органических субстратов, поскольку состав микробных сообществ разнообразен, а численность представителей различных групп микроорганизмов достаточно высока. Однако, отмечено, что уже через сутки после загрязнения почвы пестицидами наблюдалось резкое снижение общего количества микроорганизмов на 2-3 порядка. В дальнейшем на 28 сутки наблюдается восстановление микробного состава на 65-70 % по сравнению с контрольными образцами.

Особенно заметно отрицательное действие данного препарата на гетеротрофные бактерии, а также на олигонитрофилы, т.е. группы микроорганизмов, положительно влияющие на плодородие почвы. Как показали проведенные исследования, из всех групп олигонитрофилы являются наиболее чувствительными к действию данных пестицидов и даже по истечении месяца, не отмечено полного восстановления численности этой группы микроорганизмов (рис. 1).

Представители актиномицетов и микроскопических грибов также способны к активному росту в почве и также играют важную роль и эти группы после 28 суток после внесения пестицидов в почву смогли полностью восстановить свою численность.

Жизнедеятельность микроорганизмов является основным фактором разрушения гербицидов, при этом они препятствуют накоплению их в почве и растениях. Исследование по оценке влияния гербицида А-СТОМП (пендиметалин-330 г/л) на численность основных групп почвенных микроорганизмов выявило, что через 7 суток после обработки гербицидом (А-СТОМП) наблюдается незначительное снижение численности микроорганизмов по сравнению с контролем. Снижение численности происходит в основном по группам актиномицетов и микромицетов, до $3,0-5,0 \times 10^4$ КОЕ/г и $2,0-3,0 \times 10^3$ КОЕ/г соответственно. К 30 суткам практически во всех горизонтах отмечено снижение численности бактерий 1-2 порядка. Через 30 суток после обработки гербицидом отмечается практически полное восстановление численности изученных групп микроорганизмов.

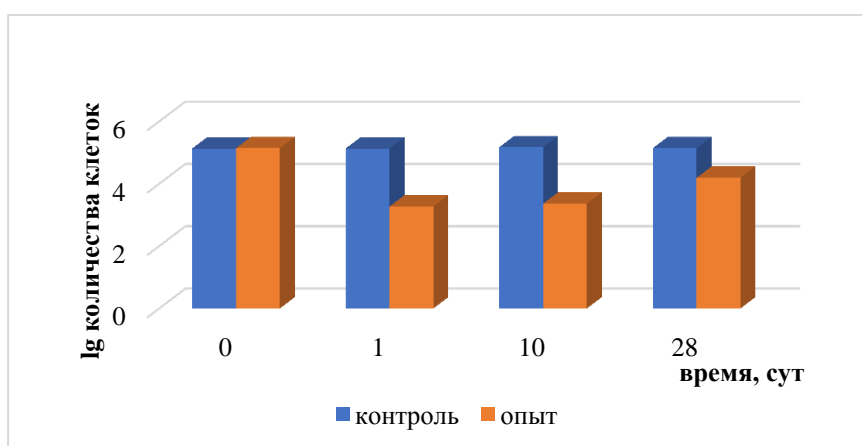


Рис. 1. Влияние хлорпирифос+циперметрин на численность олигонитрофильных микроорганизмов в почве (1 – контрольный участок, 2 – опытный участок).

Исследование таксономического состава микробного сообщества почвы, показало, что в контрольном варианте и опытном варианте разнообразие представителей родов микроорганизмов было сходным. Среди идентифицированных штаммов, выделенных из почв, обработанных гербицидом широко представлены бактерии родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, коринеподобные бактерии, кокки, стрептомицеты. При этом, большей частью представлены спорообразующие почвенные бактерии *Bacillus subtilis*, *B.cereus*, *Bacillus* sp. Микробное сообщество было представлено плесневыми грибами рода *Mucor*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Trichoderma*. Известно, что представители *Bacillus* и *Pseudomonas* участвуют в детоксикации почвы от различных ксенобиотиков. Среди выявленных культур после 30 суток воздействия пендиметалина имело место нарастание содержания бактерий родов *Bacillus* и *Pseudomonas*.

Заключение. Таким образом, на основании проведенных исследований можно заключить, что внесение гербицида А-СТОМП (пендиметалин 330 г/л) в почву оказывает временное отрицательное влияние, приводя к снижению изученных групп микроорганизмов в почве, которое через 30 суток восстанавливается, при этом не оказывает существенного влияния на биологическую активность почв. Тогда, как использование пестицидов хлорпирифос+циперметрин приводит к снижению основных групп микроорганизмов, особенно заметное влияние оказывают га группу олигонитрофилов, количество которых не

восстанавливается до исходного и при цикличном использовании данных препаратов может привести к значительному снижению биологической активности почв.

Библиографический список

1. Берджи. Определитель бактерий: в 2-х томах / [Р. Беркли и др.], под ред. Дж. Хоулта и др, пер. с англ. под ред. акад. РАН Г. А. Заварзина. 9-е изд. Москва: Мир, 1997.
2. Бурхан О.П., Криворотов С.Б. Влияние гербицидов на биологическую активность почв // Фундаментальные и прикладные исследования в АПК на современном этапе развития химии: материалы II международной. интернет-конференции. Орел, 2009. С.67–70.
3. Вершинин Н.О. Деградация гербицида 2,4-Д и 2,4-дихлорфенола в воде при действии ультрафиолетового излучения // Вода: химия и экология. 2013. №4. С.84-91.
4. Герхардт Ф. Методы общей бактериологии: в 3 т. / под ред. Ф. Герхардта и др., пер. с англ. под ред. Е. Н. Кондратьевой, Л. В. Калакуцкого. Москва: Мир, 1983.
5. Саратовских Е.А., Козлова Н.Б., Папин В.Г., Штамм Е.В. Разложение гербицида лонтрел биологическими и фотохимическими методами // Прикладная биохимия и микробиология. 2006. Т.42. №1. С.44–51.
6. Martinez C.O. et al. Degradation of 2,4-D herbicide by microorganisms isolated from Brazilian contaminated soil // Brazilian Journal of Microbiology. 2007. Vol. 38. №3. P.522-525.

КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ МИКРОБИОМА ДОЖДЕВОЙ ВОДЫ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗАЦИИ

**Лазутин Н.А., кандидат биологических наук, Зайнитдинова Л.И., доктор
биологических наук, профессор, Эргашев Р.Б., Хегай Т.Б.**

**Институт микробиологии Академии наук Республики Узбекистан,
г. Ташкент, Узбекистан**

Введение. В настоящее время доступность пресной воды является одной из важнейших проблем, стоящих перед человечеством. Эту проблему вызывает ряд сложных факторов, включая рост населения, урбанизацию, трансформацию землепользования и загрязнение окружающей среды. Недостаточная доступность питьевой воды может привести к разрушительным последствиям, таким как увеличение проблем со здоровьем или социальные потрясения.

Обширные исследования качества метеорной воды не соответствуют широким знаниям о ее микробиологических аспектах в 95% случаев испытанных образцов, несмотря на то, что ВОЗ с 2004 г. рекомендует, чтобы вода, используемая для бытовых целей, содержала не более 10 КОЕ/100 мл. Лишь немногие исследователи изучают бактериологию и представляют адекватные результаты. В основном они касаются бактерий, которые делают воду непригодной для употребления человеком. К таким бактериям относятся *Escherichia coli* и фекальные стрептококки [1, 4]. Очень немногие исследователи включают в свои исследования такие патогенные штаммы, как: *Staphylococcus* sp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas syringae*, *Streptococcus* sp., *Klebsiella pneumoniae*, или *Clostridium perfringens* [2]. В протестированных пробах дождевой воды, собранной с крыш или террас, содержание колиформ и кишечной палочки всегда превышает нормативные значения.

Изучение бактерий в дождевой воде — удобный способ понять взаимодействие бактерий и гидрологических циклов в атмосфере, поскольку дождевые капли во многом похожи на облачные, за исключением размера [7]. С другой стороны, дождь является эффективным путем распространения бактерий через атмосферу в экосистемах Земли. Huffman и др. (2013) [3] предположили, что выбросы бактерий и других микроорганизмов во время и после дождя могут играть значительную роль в их распространении и размножении в определенных условиях окружающей среды. Потенциальное негативное воздействие бактерий в дождевой воде на экосистемы и здоровье населения также вызывает серьезную обеспокоенность [5].

В атмосфере содержится довольно большое количество микроорганизмов, преимущественно бактерии. Они участвуют в формировании и сохранении ядер льда, а дождевые облака защищают клетки от пересыхания и солнечной радиации. На больших высотах обитает разнообразная бактериальная популяция с преобладанием граммотрицательной фракции, представленной *Acinetobacter*, *Massilia*, *Serratia*, *Acidovorax*, *Sphingomonas*, *Pseudomonas*.

Жизнеспособность бактерий в дождевой воде значительно выше, чем в воздухе и относительно выше, чем в запыленном воздухе. Дождевая вода защищает переносимые по воздуху бактериальные клетки от высыхания и содержит органические соединения и элементы, которые могут действовать как питательные вещества (например, фосфор, железо, медь и магний) и поддерживать метаболизм бактерий. Некоторые выводы выявили отрицательные корреляции между жизнеспособностью бактерий и ионными частицами H_3O^+ , NO_3^- и т. д. в пробах дождевой воды, свидетельствующие о том, что рост концентрации загрязняющих веществ и наземных выбросов могут подавлять жизнедеятельность бактерий в дождевой воде [6].

В связи с выше сказанным целью данной работы являлось изучение микробиоценоза свежесобранной дождевой воды в г. Ташкент в 2023-2024 гг. в январе-феврале.

Материалы и методы. Дождевая вода собиралась непосредственно в стерильные стеклянные емкости. Проводилось измерение pH и температуры.

Из образцов дождевой воды готовились разведения, затем аликвота вносилась в чашки Петри с питательными средами МПА, Сабуро, Эндо, Чапека и Крахмало-аммиачный агар.

Посевы инкубировались в стационарных условиях при температуре $+28$ и $+37^\circ\text{C}$.

Количество клеток определялось путем прямого подсчета колоний на агаровых пластинах.

Результаты и обсуждение. Исследование микробиоценоза свежесобранной дождевой воды проводили по основным группам микроорганизмов — сапротрофы, микромицеты, актиномицеты, дрожжевые грибки и энтеробактерии группы кишечной палочки.

Вода собиралась в двух локациях центральной части города — в непосредственной близости от проезжей части (проба 1) и во внутреннем дворе Института микробиологии АН РУз (проба 2).

Полученные результаты показали, что в отобранных пробах отсутствуют бактерии группы кишечной палочки, а актиномицеты представлены малым количеством (рис. 1).

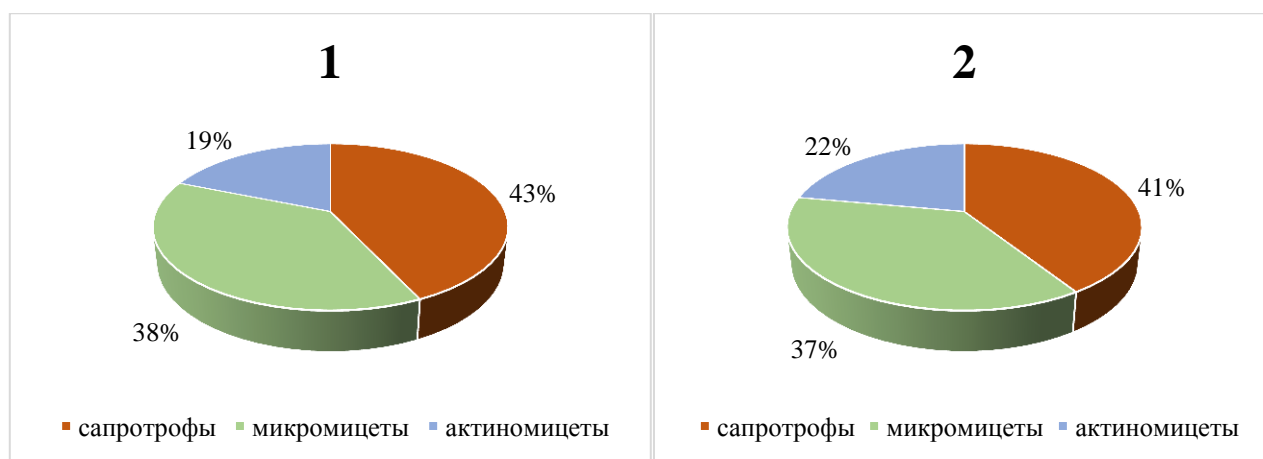


Рис. 1. Количественное соотношение групп микроорганизмов в пробах дождевой воды 2023 г.

Основная часть микробных клеток выявлена на среде мясо-пептонный агар, среди которых были представлены как быстрорастущие, так и пигментированные формы микроорганизмов.

Относительно общего титра микробных клеток отмечено, что в 2024 году число микроорганизмов было на порядок выше, чем в 2023 г. (рис. 2).

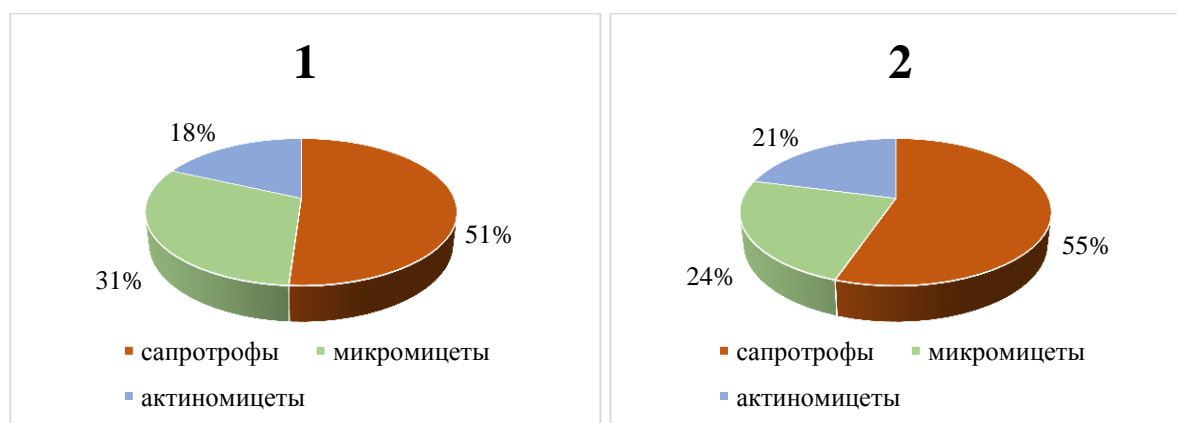


Рис. 2. Количественное соотношение групп микроорганизмов в пробах дождевой воды 2024 г.

Место отбора проб не оказывало влияния на концентрацию клеток в 1 мл. Однако, было установлено, что в 2024 году общее количество бактерий и микроскопических грибов оказалось на порядок выше, чем в 2023 году. Возможно, это связано с температурным режимом, а также с большим выпадением осадков в январе 2023 года, что способствовало вымыванию микроорганизмов из атмосферного воздуха. Следует заметить, что в 2024 году зима была более теплой, и это отразилось на общем количестве микроорганизмов в пробах. Также надо отметить, что в большей степени это отразилось именно на бактериальных формах, так в процентном отношении их количество было больше, чем в предыдущем году более, чем на 10%.

Заключение. Метеорологические параметры, топография и загрязнение окружающей среды оказывают влияние на микробный состав дождевой воды. Сила и направление ветра

способствуют переносу взвешенных частиц по воздуху на большие расстояния, а вместе с ними переносятся и клетки микроорганизмов, которые при оседании попадают в водоемы и почву. Различные концентрации загрязняющих веществ, наличие химических соединений и др. воздействуют на качественный и количественный состав микробного консорциума дождевой воды, некоторые из которых могут использоваться последним в качестве субстратов для обеспечения жизнедеятельности.

Исследования, проведенные в различных частях земного шара, указывают на взаимосвязь микробного состава поверхности земли, поверхностных водоемов и атмосферных явлений.

Библиографический список

1. Amin M.T., Han M.Y. Improvement of solar based rainwater disinfection by using lemon and vinegar as catalysts // *Desalination*. 2011. V. 276. Is. 1-3. p. 416-424. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.03.076>
2. Gikas G. D., Tsihrintzis V. A. Assesment of water quality of first-flush roof runoff and harvested rainwater // *Journal of Hydrology*. 2012. V. 466-467. p. 115-126. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.08.020>
3. Huffman J.A., Prenni A.J., DeMott P.J., Pohlker C., Mason R.H., Robinson N.H., Frohlich-Nowoisky J., Tobo Y., Despres V.R., Garcia E., Gochis D.J., Harris E., Muller-Germann I., Ruzene C., Schmer B., Sinha B., Day D.A., Andreae M.O., Jimenez J.L., Gallagher M., Kreidenweis S.M., Bertram A.K., Poschl U. High concentrations of biological aerosol particles and ice nuclei during and after rain // *Atmos. Chem. Phys.* 2013. V. 13. p. 6151–6164. DOI:10.5194/acp-13-6151-2013
4. Kaushik R., Balasubramanian R. Assessment of Bacterial pathogens in fresh rainwater and airborne particulate matter using Real – Time PCR // *Atmospheric Environment*. 2012. V. 46. p. 131-139. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.10.013>
5. Lu Z. The Diversity and Role of Bacterial Ice Nuclei in Rainwater from Mountain Sites in China // *Aerosol and Air Quality Research*. 2016. V. 16(3). p. 640-652. DOI:10.4209/aaqr.2015.05.0315
6. Perera W.A.K., Magana-Arachchi D.N. Microbial diversity in rainwater with correspondence to particulate matter and environmental factors. // *Journal of sustainability and environmental management*. 2022. V. 1(4). p. 410-418. DOI:10.3126/josem.v1i4.50006
7. Zaitseva, N.A. Biological and microbiological properties of atmospheric water // *Types and Properties of Water*. 2009. V. I. p. 256-264.

ПОИСК БАКТЕРИЙ, СПОСОБНЫХ К ОКИСЛЕНИЮ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА

**Лысенко М.Е., Богатыренко Е.А., кандидат биологических наук,
Ким А.В., кандидат биологических наук
ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»,
г. Владивосток, Россия**

Введение. Использование пластиковых материалов сейчас одна из широко развивающихся сфер. Пластики используют для создания различной продукции: от одноразовой посуды до предметов мебели и строительных материалов. В связи с таким широким спектром использования созданы и разные типы пластика, различающиеся по молекулярной структуре. Так одним из самых используемых материалов является полиэтилентерефталат (ПЭТ), получаемый в результате поликонденсации терефталевой кислоты и этиленгликоля, с образованием сложноэфирной связи [2].

Из-за большой распространенности и тенденции к одноразовому использованию пластика стала широко распространена проблема загрязнения окружающей среды пластиковыми отходами. Поэтому сейчас актуален поиск эффективных способов для разрушения пластиковых материалов. Помимо термических и химических методов изучаются способы биodeградации с помощью микроорганизмов.

Цель работы – поиск бактерий, способных к деструкции полиэтилентерефталата.

Материалы и методы. Культуры бактерий получали с пластиковых бутылок, найденных на локальных свалках г. Владивостока. В колбы, содержащие 40 мл. среды Ворошиловой-Диановой и 0,1 г. первичного или вторичного ПЭТ, вносили смывы с бутылок. Инкубация микробных клеток, полученных со смывов, проводилась в течение месяца при комнатной температуре. В дальнейшем были выделены чистые культуры, которые были таксономически охарактеризованы.

Идентификация проводилась на основе анализа их 16SpРНК. Первым этапом было выделение ДНК с помощью спин-колонок, после чего проводили амплификацию и секвенальную реакцию. Последним этапом было непосредственное получение последовательностей с помощью генетического анализатора «НАНОФОР 05» («Синтол», Россия).

Результаты и обсуждение. В результате работ было получено 33 штамма бактерий, из которых 67% могли расти в среде, содержащей вторичный ПЭТ и 33% в среде с первичным ПЭТ. Такие результаты связаны с наличием в молекуле вторичного ПЭТ большого числа боковых участков, получаемых в процессе переплавления, которые легче поддаются бактериальной атаке.

Среди полученных штаммов большая часть относились к роду *Pseudomonas* (43%) и *Rhodococcus* (33%), остальная часть микроорганизмов была представлена в меньшем количестве родами *Achromobacter* (6%), *Stenotrophomonas* (6%), *Priestia* (3%), *Mammaliicoccus* (3%), *Agrobacterium* (3%), *Micrococcus* (3%).

Представители родов *Pseudomonas* и *Bacillus* (родственный к роду *Priestia*) были описаны в работе Робертса по изучению разложения ПЭТ с образованием биопленки на поверхности пластика [5]. В данном исследовании была показана способность отдельных штаммов использовать ПЭТ как единственный источник углерода, однако отмечалось, что в составе консорциума деградация пластика наступала быстрее [5]. Род *Stenotrophomonas*

также показывал способность к деградации ПЭТ в работе Хуанга [4]. При этом изучаемый штамм показывал высокие способности к адгезии поверхности пластика, вследствие чего наблюдались изменения морфологических и физиологических свойств ПЭТ [4]. В исследовании Замполи изучался геном рода *Rhodococcus* на наличие генов, кодирующих ферменты, способные разрушать разные типы пластика [8]. В результате были обнаружены последовательности, относящиеся к кутиназам, ПЭТ-гидролазам, триацилглицерин-липазам, полиэфир-гидролазам и серин-гидролазам, которые предположительно могут участвовать в деградации ПЭТ [8].

Что касается остальных полученных нами бактерий, то информации о способности представителей этих родов к разложению ПЭТ не было найдено в научной литературе. Однако известно, что бактерии рода *Achromobacter* показали способность к деградации ди-(2-этилгексил) фталата, приводя сначала к образованию моно-(2-этилгексил)фталату, а затем и к фталевой кислоте вследствие разрушения сложноэфирных связей в молекуле [6].

Бактерии родов *Agrobacterium* и *Micrococcus* проявляли способность к полной деградации молекулы ди-*n*-бутилфталата, в том числе и сложноэфирную связь, до углекислого газа и воды [3, 7].

Есть сведения, что штамм *Staphylococcus* (родственный роду *Mammaliicoccus*) входит в состав консорциума микроорганизмов, разлагающего ацитоменоксифен [1]. Данное соединение не содержит сложноэфирной связи, однако содержит бензольное кольцо, как и ПЭТ, которое впоследствии подвергается деградации [1].

Заключение. Таким образом, в результате наших исследований установлено, что полученные бактерии обладают потенциалом к биodeградации ПЭТ, и их метаболические возможности требуют дальнейшего изучения.

Библиографический список

1. Chopra, S., Dharmender, K., Biodegradation and kinetic analysis of acetaminophen with co-culture of bacterial strains isolated from sewage wastewater // *Current Microbiology*. 2020, 77 (10): 3147-3157.
2. Hiraga, K., Taniguchi, I., Yoshida, S., Kimura, Y., Oda, K. Biodegradation of waste PET: A sustainable solution for dealing with plastic pollution // *Science & Society*. 2019, 20: e49365.
3. Hu, J., Yang, Q. Microbial degradation of di-*n*-butyl phthalate by *Micrococcus* sp. immobilized with polyvinyl alcohol // *Desalination and Water Treatment*. 2015, 56 (9): 2457-2463.
4. Huang, Q. S., Yan, Z. F., Chen, X. Q., Du, Y. Y., Li, J., Liu, Z. Z., Xia, W., Chen, S., Wu, J. Accelerated biodegradation of polyethylene terephthalate by *Thermobifida fusca* cutinase mediated by *Stenotrophomonas pavanii* // *Science of The Total Environment*. 2022, 808 (20): 152107.
5. Roberts, C., Edwards, S., Vague, M., León-Zayas, R., Scheffer, H., Chan, G., Swartz, N. A., Mellies, J. L. Environmental consortium containing *Pseudomonas* and *Bacillus* species synergistically degrades polyethylene terephthalate plastic // *ASM Journals*. 2020, 5 (6): e01151-20.
6. Wang, P., Gao, J., Zhao, Y., Zhang, M., Zhou, S. Biodegradability of di-(2-ethylhexyl) phthalate by a newly isolated bacterium *Achromobacter* sp. RX // *Science of The Total Environment*. 2021, 755 (1): 142476.
7. Wu, X., Wang, Y., Liang, R., Dai, Q., Jin, D., Chao, W. Biodegradation of an endocrine-disrupting chemical di-*n*-butyl phthalate by newly isolated *Agrobacterium* sp. and the biochemical pathway // *Process Biochemistry*. 2011, 46 (5): 1090-1094.

8. Zampolli, J., Orro, A., Vezzini, D., Gennaro, P. D. Genome-based exploration of *Rhodococcus* species for plastic-degrading genetic determinants using bioinformatic analysis // *Microorganisms*. 2022, 10 (9): 1846.

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВНЕСЕНИЯ КЛЕТОК *ESCHERICHIA COLI* XL-1,
СОДЕРЖАЩИХ ПЛАЗМИДНЫЕ ВЕКТОРЫ pTURBO GFP-B, TURBO RFP-B И
TURBOYFP-B, В ПРИРОДНЫЕ СРЕДЫ НА АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ
МИКРОБИОЦЕНОЗА В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ**

Реут Е.С., Палагутина Е.Е., Самков А.А., кандидат биологических наук,

Волченко Н.Н., кандидат биологических наук, доцент,

Моисеева Е.В., Карасева Э.В., кандидат биологических наук,

Круглова М.Н., Худокормов А.А., кандидат биологических наук

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»,

г. Краснодар, Россия

Введение. Адаптации к условиям окружающей среды у микроорганизмов, а именно мутации, горизонтальная передача генов устойчивости к антибиотикам у прокариот приводят к возникновению суперпатогенов и нарушению экологического состояния окружающей среды, что негативно отражается на санитарно-эпидемиологическом состоянии и биобезопасности соответствующей локации [5].

Возникновение суперпатогенов в основном приурочено к местам сброса антибиотиков в составе органических отходов или иных веществ. Множественную лекарственную устойчивость, как высокие титры потенциально патогенных бактерий можно наблюдать в больничных канализационных системах, в сточных водах молочных ферм [4,3]. На очистных сооружениях в Наньнине, Китай наблюдалась множественная антибиотикорезистентность (до 92,9 %), при этом самый высокий уровень антибиотикорезистентности наблюдался у представителей *Klebsiella* [2].

Для отслеживания наличия и экспрессии генов векторных конструкций, содержащих гены антибиотикорезистентности в качестве селективных, часто используют гены флюоресцирующих белков (GFP и подобные) способных к кратковременному поглощению кванта света флюорофором с последующей быстрой эмиссией другого кванта, который имеет свойства, отличные от исходного [1].

Целью данного исследования было выявление способности клеток штамма *Escherichia coli* XL-1, содержащих плазмидные вектора pTurbo GFP-B, Turbo RFP-B и TurboYFP-B к передаче гена антибиотикорезистентности естественным сообществам микроорганизмов в природных средах, а также к сохранению антибиотикорезистентности у исходного микроорганизма, ассоциированно с экспрессией.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования гена Amp-резистентности использовалась бактерия *Escherichia coli* XL-1 – грамотрицательный лабораторный штамм, адаптированный для молекулярно-генетических операций, отличающийся простотой в культивировании и высокой интенсивностью роста.

Для визуализации наличия гена Amp-резистентности в составе вектора использовался метод флуоресцентных белков. Были использованы плазмидные вектора трех видов: зеленый – pTurbo GFP-B, красный – Turbo RFP-B и желтый – TurboYFP-B.

Производилось внесение культур антибиотикорезистентных *E. coli* XL-1 в естественные среды, размещенные в изолированных емкостях в лабораторных условиях: почва чернозём с территории КубГУ и донные отложения озера Карасун. Вносили по клеточные суспензии трех культур, различающихся векторами, в одинаковой пропорции до конечного титра около 10^{10} КОЕ/г. Выравнивание образцов перед внесением производилось по оптической плотности на приборе КФК-2МП при длине волны 670 нм. После инкубации в течение 7 суток пробы почвы и ила высевались на среду Эндо (ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии», Оболенск) с концентрацией ампициллина 200 мкг/мл, либо без такового. Аналогичный опыт проводили с образцами почвы и ила без внесения *E. coli* XL-1 (контроль).

Результаты и обсуждение. В результате посева на Эндо с ампициллином (200 мкг/мл) во всех исследуемых образцах обнаружены потенциально патогенные антибиотикорезистентные микроорганизмы. титр варьировал от $1,5 \cdot 10^7$ титр КОЕ/г в иле и $7 \cdot 10^6$ титр КОЕ/г в почве. На среде без антибиотика обнаружены значительные титры естественной микрофлоры, не устойчивой к антибиотикам, но потенциально способной служить акцептором плазмидных векторов и/или генов ампициллинрезистентности из вносимой биомассы *Escherichia coli* XL-1 (рис 1).

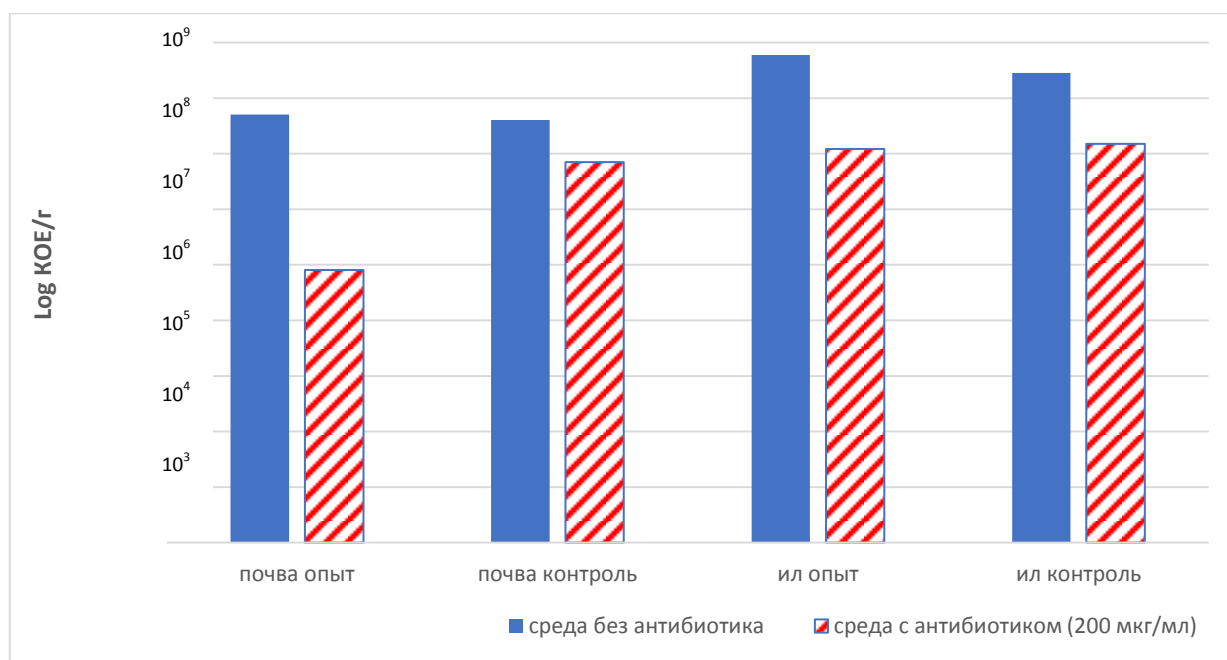


Рис. 1. Титры микрофлоры из образцов ила и почвы (опыт с внесением культур *Escherichia coli* XL-1 и контроль) на среде Эндо с антибиотиком и без такового

Наибольшее естественное содержание *Escherichia coli* наблюдалось в иле озера Карасун, включая антибиотикорезистентные виды (рис. 1).

В опытном образце ила преобладал штамм *E. coli* XL-1 содержащий плазмидный вектор Turbo RFP-B, дающий красное свечение колоний при облучении УФ, что говорит о жизнеспособности данного штамма в естественной иловой среде обитания, однако по

окончанию эксперимента перенос данной генетической конструкции микроорганизмам естественной среды не наблюдался. Внесение *E. coli* XL-1 не увеличивало титр ампициллинрезистентной микрофлоры в донных отложениях.

В почве при добавлении смеси культур *Escherichia coli* XL-1 антибиотикоустойчивость значительно, на два порядка, снизилась по отношению к контролю, при том что титр на среде без антибиотика не изменился (рис 1).

Заключение. В данных экспериментальных условиях выявлена предположительно неспособность культур штамма *Escherichia coli* XL-1, содержащих плазмидные векторы pTurbo GFP-B, Turbo RFP-B и TurboYFP-B повысить антибиотикоустойчивости естественных представителей микробиоценоза донных отложений, практически всегда содержащих протеобактерий.

Библиографический список

1. Ephantus J M., Jose L R., Chang-Hyun K. Green, Yellow, and Red Fluorescent Proteins as Markers for Bacterial Isolates from Mosquito Midguts // *Insects: электронный журнал*. 2019. URL: <https://www.mdpi.com/2075-4450/10/2/49> (дата обращения: 26.04.2024)
2. Luoyao W., Yunwei C., Luodong H., Chunzhong W., Gangan W., Junya Z., Yanbo J., Yuansong W., Peihong S. Changes of composition and antibiotic resistance of fecal coliform bacteria in municipal wastewater treatment plant // *Journal of Environmental Sciences: электронный журнал*. 2023. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1001074223004102> (дата обращения: 25.04.2024)
3. Rui X., Kuangjia L., Yongzhen D., Keqiang Z., Mengyuan Q., Xian J., Penglin F., Ruojing L., Kai Z., Fengxia Y. Tracking the extracellular and intracellular antibiotic resistance genes across whole year in wastewater of intensive dairy farm // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. United States, 2024. Vol 269. P. 115773.
4. Xinyi S., Zhenchao Z., Lin Z., Chioma A., Zejun L., Zhe L., Xi Yu, Jinyu Z., Yanhan L., Hong C. Ranking the risk of antibiotic resistance genes by metagenomic and multifactorial analysis in hospital wastewater systems // *Journal of Hazardous Materials*. Netherlands, 2024. V. 468. P. 133790.
5. Zhenchao Z., Hong C. Evaluating human exposure to antibiotic resistance genes // *Biosafety and Health*. Netherlands, 2024. Vol 465. P. 133422.

ОЦЕНКА БИОРАЗНООБРАЗИЯ АНАЭРОБНЫХ МИКРОБИОЦЕНОЗОВ ЧЕРЕЗ АНАЛИЗ ИХ ЭЛЕКТРОГЕННОЙ АКТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ИМИДАКЛОПРИДОМ

**Реут Е.С., Палагутина Е.Е., Круглова М.Н., Волченко Н.Н., кандидат биологических наук, доцент, Худокормов А.А., кандидат биологических наук, доцент, Самков А.А., кандидат биологических наук, доцент
ФГБОУ ВО КубГУ «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Россия**

Введение. Целью данного исследования является изучение биоразнообразия донных отложений озера Карасун в условиях загрязнения естественной микрофлоры, на основе

оценки биоразнообразия индексом Шеннона с использованием показателей электрогенной активности микробных сообществ в микробных топливных элементах.

Микробные топливные элементы (МТЭ) представляют собой биоэлектрохимическую систему, преобразующую химическую энергию органических веществ в электрическую энергию с микроорганизмами в качестве биокатализатора для производства электроэнергии и являются перспективной технологией для очистки окружающей среды, использования в качестве биосенсорных элементов (анализ состояния окружающей среды) и биокаталитических/биосинтетических технологий (производство водорода, восстановление Cu^{2+}) [3].

Оценивая биоразнообразие микроорганизмов в сообществах, можно определить не только сложность, структуру биоценоза микроорганизмов и их воздействие на окружающую среду, но и влияние на экологическую нишу деятельности человека, а также способность экосистемы противостоять антропогенным загрязнителям.

Имидаклоприд — наиболее широко применяемый в аграрной сфере инсектицид из класса неоникотиноидов, который значительно влияет на состояние окружающей среды. Его применение отражается на фауне — изменениях иммунного ответа и иных жизненно важных функций пчел *Apis mellifera* на генетическом уровне [2] Инсектицид нарушает водную экосистему негативно воздействуя на зоопланктон (циклопоидных веслоногих ракообразных, виды кладоцер, *Ceriodaphnia* cf. *lacustris* и *Diaphanosoma* cf. *Macrophthalma*)[5].

В связи с проблемой загрязнения окружающей среды возникают вопросы оценки негативного влияния антропогенного воздействия для последующего решения проблемы.

Материалы и метод. Большинство микроорганизмов не могут быть выделены в отдельные культуры из-за тесных физиолого-биохимических связей между видами, что приводит к необходимости разработки и усовершенствования методов оценки разнообразия микроорганизмов в сообществах [4].

Известно, что индексы биоразнообразия могут быть оценены через разнообразие субстратов, к потреблению которых способны присутствующие там виды. При этом традиционно используются колориметрические методы оценки интенсивности потребления субстрата [1]. Нами разработана компактная конструкция системы МТЭ, обеспечивающая напряжение до 266,44 мВ, в условиях мультисубстратной стимуляции позволяющая рассчитать индекс биоразнообразия Шеннона через электрогенную активность сообществ микроорганизмов. Данная система была использована для оценки биоразнообразия донных отложений озера Карасун (Краснодар, Россия) в условиях антропогенного загрязнения через предварительное внесение в пробы, в лабораторных условиях, имидаклоприда 40 мг/л. Образцы были подвергнуты биоэлектрохимическим воздействиям разного вида для повышения катаболической активности микробиоценоза, а затем выдерживались для стабилизации сообществ.

Результаты и обсуждение. Для выявления взаимосвязи между выявляемым данным методом биоразнообразием и степенью техногенной нарушенности биоценоза, получили индексы биоразнообразия Шеннона пяти типов образцов с различными степенями биodeградации исследуемого модельного поллютанта в донных отложениях озера Карасун. С увеличением процента биodeградации имидаклоприда увеличивается показатель индекса Шеннона. Наибольший процент биodeградации 84% соответствовал индексу 2,74, наименьший показатель 28% соответствовал индексу 0,31.

Заключение. Вычисленные на основе показателя электрогенной активности сообществ микроорганизмов индексы Шеннона положительно коррелировали (+0,87) с уровнями биodeградации модельного поллютанта имидаклоприда в соответствующих пробах. Таким образом, оцениваемый через совокупность биоэлектрохимических сигналов индекс Шеннона может быть использован для оценки катаболической активности микробиоценоза.

Библиографический список

1. Способ мультисубстратного тестирования микробных сообществ и его применение: пат. 2335543 Рос. Федерация. № 2006124312/13, заявл. 2006.07.07, опубл. 2008.10.10, Бюл. № 28. 18 с.
2. Chen Y.-R., Tzeng D/ T. W., Yang E.-C. Chronic Effects of Imidacloprid on Honey Bee Worker Development-Molecular Pathway Perspectives // International Journal of Molecular Sciences:электронный журнал. 2021. URL: <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/21/11835> (дата обращения: 26.04.2024).
3. Logan, B. E. Microbial Fuel Cells // Canada: A John Wiley & Sons, 2008. 200 с. ISBN 978-0-470-23948-3.
4. Quan X.-c.,Quan Y.-p., Tao K.,Jiang X.-m. Comparative investigation on microbial community and electricity generation in aerobic and anaerobic enriched MFCs // Bioresource Technology. United Kingdom, 2013. Vol 128. P. 259-265.
5. Suzuki H., Makino W., Takahashi S. Jotaro Urabe Assessment of toxic effects of imidacloprid on freshwater zooplankton: An experimental test for 27 species // Science of The Total Environment: электронный журнал. 2024. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969724025245> (дата обращения: 26.04.2024).

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗЛОЖЕНИЯ МИЦЕЛИЯ НЕСОВЕРШЕННЫХ ГРИБОВ

Шальнева А.С.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Россия

Введение. Для защиты растений от вредителей наиболее рационально использование биопрепаратов [2]. Широко применяются препараты на основе мицелиальных грибов, показателем эффективности которых является КОЕ (споры, бластоспоры, остатки мицелия) препарата, образующихся в процессе культивирования. Более интенсивного разложения мицелия несовершенных грибов можно добиться путем оптимального подбора питательных сред и изменением параметров культивирования [3].

Цель исследования: Изучить влияние оптимизации состава питательной среды и кислотности на динамику роста несовершенных грибов.

Материалы и методы. Объектами исследования выступали штаммы грибов-антагонистов *Beauveria bassiana* F-1357, *Purpureocillium lilacinum* F-1609 и *Trichoderma viride* № 4097, полученные из коллекции Биоресурсного центра ВКПМ (г. Москва). Посевы культур производились в жидкую модифицированную среду Чапека с добавлением в качестве источника углерода глюкозы (вместо мелассы) в концентрациях 4 % и 10 %. Состав

среды: NaNO_3 – 2 г/л, KH_2PO_4 – 1 г/л, MgSO_4 – 0,5 г/л, KCl – 0,5 г/л, FeSO_4 – 0,01 г/л, дистиллированная вода – 1 л, глюкоза – соответственно 40 и 100 г/л [4]. Колбы помещались на качалку на 72 ч, после чего производился количественный учет КОЕ в 1 мл суспензии культур с помощью метода Горяева [1].

Для оценки влияния изменения pH на рост грибов брали первые пробы из предыдущего опыта (с 4 %-ной глюкозой). До проведения опыта pH среды составлял 5,4 единиц. Затем вносили NaOH с доведением pH до 10 единиц, после чего образцы ставили на качалку на 48 часов. В результате происходил постепенный гидролиз мицелия. По окончании опыта pH составил 11,6 единиц и далее молочной кислотой значение pH доводили до первоначального значения (pH=5,4). Учет титра (КОЕ/мл) затем проводился методом Горяева.

Результаты и обсуждение. Проанализировано влияние оптимизации состава питательной среды на изменение титра мицелиальных грибов.

Согласно данным в таблице 1, можно провести следующую аналогию: нарастание биомассы увеличивается пропорционально повышению концентрации глюкозы в среде.

Таблица 1 – Влияние на динамику роста грибных культур добавления в среду глюкозы различной концентрации

Культура	Концентрация глюкозы	Количество КОЕ в 1 мл суспензии			
		Номер пробы			Среднее
		№ 1	№ 2	№ 3	
<i>Beauveria bassiana</i>	4 %	$2,2 \times 10^8$	$4,1 \times 10^8$	$3,8 \times 10^8$	$3,7 \times 10^8$
	10 %	$4,7 \times 10^8$	$6,2 \times 10^8$	$5,6 \times 10^8$	$5,5 \times 10^8$
<i>Purpureocillium lilacinum</i>	4 %	$4,5 \times 10^8$	$2,9 \times 10^8$	$4,3 \times 10^8$	$3,9 \times 10^8$
	10 %	$6,8 \times 10^8$	$4,1 \times 10^8$	$6,5 \times 10^8$	$5,8 \times 10^8$
<i>Trichoderma viride</i>	4 %	$3,1 \times 10^9$	$6,1 \times 10^9$	$3,7 \times 10^9$	$4,3 \times 10^9$
	10 %	$3,5 \times 10^9$	$6,7 \times 10^9$	$5,1 \times 10^9$	$5,1 \times 10^9$

Таблица 2 - Влияние на роста грибных культур изменения pH среды

Культура	Титр образца (КОЕ/мл суспензии) до гидролиза мицелия	Титр образца (КОЕ/мл суспензии) после гидролиза мицелия
<i>Beauveria bassiana</i>	$2,2 \times 10^8$	$3,8 \times 10^9$
<i>Purpureocillium lilacinum</i>	$4,5 \times 10^8$	$4,4 \times 10^9$
<i>Trichoderma viride</i>	$3,1 \times 10^9$	$6,2 \times 10^{10}$

Изучено влияние изменения pH на рост культур.

Согласно данным в таблице 2, для испытуемых культур щелочной гидролиз мицелия приводит к эффективному споробразованию и повышению титра.

Заключение. В результате исследования выявлено, что при добавлении в модифицированную среду Чапека глюкозы рост данных культур идет эффективнее при увеличении ее процентного содержания. Повышение pH питательной среды также положительно влияет на интенсивность спороношения. В целом данный подход для получения биологических препаратов на основе несовершенных грибов является перспективным.

Библиографический список

1. Биопрепараты для защиты растений: оценка качества и эффективности: учебное пособие / О.М. Минаева, Е.Е. Акимова, Т.И. Зюбанова, Н.Н. Терещенко. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2018. 130 с.
2. Волова Т.Г. Биотехнология : учебное пособие. Новосибирск: Изд-во Сибирского отделения Российской Академии наук, 1999. 252 с.
3. Салими Ф., Хамеди Дж. Биопестициды: микробы для устойчивости сельского хозяйства : монография. Устойчивое развитие и биоразнообразие. Тегеран: Springer, Cham, 2021. Т.5. 501 с.
4. Семенов С.М. Лабораторные среды для актиномицетов и грибов: справочник. М.: Агропромиздат, 1990. 239 с.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРУДОВ МАУ «ЯРОСЛАВСКИЙ ЗООПАРК» ПО ДИНАМИКЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ И САНИТАРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

**Шеховцова Н. В., кандидат биологических наук, доцент,
Мельников Д.Д., Козлова В.А.**

**ФГБОУ ВО «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова»,
г. Ярославль, Россия**

Введение. Критическое состояние экосистем прудов Ярославского зоопарка было описано нами ранее, и по совокупности изученных качественных и количественных показателей структуры и активности бактериопланктона в январе 2023 г. эти водоемы были отнесены к категории евтрофных [4]. Однако отсутствие сведений о динамике микробиологических показателей не позволяет в полной мере оценить зоогенную нагрузку на данные экосистемы. В связи с вышесказанным цель настоящей работы – оценить состояние прудов Ярославского зоопарка по зимней динамике микробиологических показателей бактериопланктона, используемых в гидробиологических и санитарных исследованиях.

Материалы и методы. Объектами исследования служили пробы воды, отобранные в декабре 2023 г. и январе, феврале 2024 г. Бактериологические показатели оценивали традиционными методами [5], как было описано ранее [4] с той разницей, что вместо кажущейся удельной скорости роста бактериопланктона определяли истинную ($\mu_{\text{ист.}}$) после удаления зоопланктона с помощью мельничного газа. Вдобавок определяли санитарно-гигиенические показатели качества воды согласно СанПиН 2.1.5.980-00. 2.1.5. [3]: общее микробное число (ОМЧ) методом глубинного чашечного посева на МПА (культивирование при 37 °С), общие колиформные бактерии (ПДК – не более 500 КОЕ/100 мл) и термотолерантные колиформные бактерии (ПДК – не более 100 КОЕ/100 мл) методом определения наиболее вероятного числа.

Результаты и обсуждение. Динамика общей численности бактерий ($N_{\text{общ.}}$) в трех водоемах представлена на рис. 1. Следует отметить, что значения этого параметра изменялись незначительно в пределах от 1187 до 3410 млн. кл/мл. Максимальные значения $N_{\text{общ.}}$ отмечены в пруду № 1 в январе и в пруду № 2 в декабре 2023 г., а минимальные в пруду № 3 в декабре 2023 г. и январе 2024 г. Во всех прудах в 2024 г. февральские значения численности

бактериопланктона выше январских, что может говорить о действии общего климатического фактора. В целом стабильность значений $N_{\text{общ.}}$ свидетельствует о некоем гомеостазе этих экосистем. Между тем варьирование численности сапротрофных бактерий ($N_{\text{сапр.}}$) изменяется в более широких пределах (рис. 2): от $7,0 \times 10^1$ (пруд № 1, 01.2024) до $3,9 \times 10^5$ (пруд № 2, 01.2023) КОЕ/мл, что указывает на различную нагрузку растворенным органическим веществом (РОВ) в разных водоемах. Однако динамика $N_{\text{сапр.}}$ свидетельствует о неуклонном увеличении РОВ в зимний период 2023-24 гг. во всех прудах, включая третий, где численность сапротрофных бактерий наиболее стабильна.

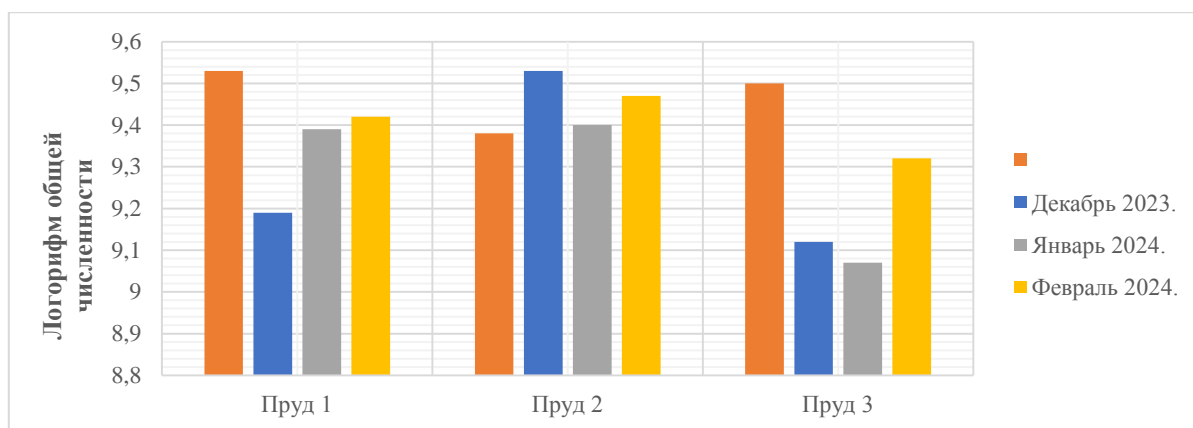


Рис. 1. Динамика изменения общей численности микроорганизмов (КОЕ/мл) в зимний период 2023-2024 гг.

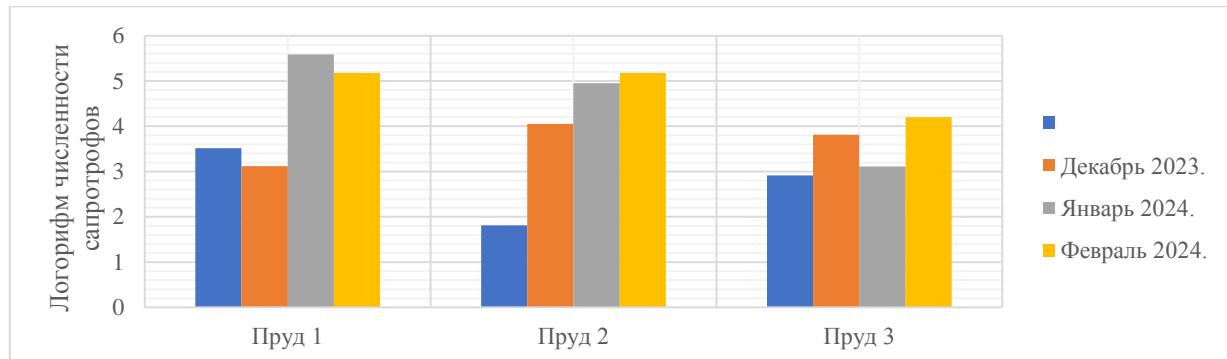


Рис. 2. Динамика изменения численности сапротрофных микроорганизмов (КОЕ/мл) в зимний период 2023-2024 гг.

Показатели интегральной активности бактериопланктона представлены в таблице. Согласно полученным результатам можно сказать, что зоопланктон имеет наибольшее значение для развития бактериопланктона в декабре и январе, когда удаление зоопланктона приводит к отмиранию бактерий из-за дефицита легко окисляемого РОВ. Внесение глюкозы исправляет ситуацию и отрицательные значения удельной скорости роста становятся положительными, а явление субстратного ингибирования можно предположить в двух случаях: для пруда № 1 в декабре 2023 г. и пруда № 3 – в феврале 2024 г. В целом можно утверждать, что ситуация с окислением РОВ в зимний период 2023-24 гг. выглядит лучше по сравнению с январем 2023 г. Что касается впервые определенных санитарных показателей, которые представлены в таблице, следует отметить, что наиболее благоприятная ситуация

выявлена в пруду № 3, где число общих и термотолерантных колиформных бактерий (ОКБ и ТКБ соответственно) находятся в пределах ПДК. В других водоемах, если ситуация по содержанию ОКБ неблагоприятна в одном месяце из трех: в пруду № 2 – в декабре 2023, а в пруду № 1 – в январе 2024 г., то численность ТКБ в них стабильно превышает норматив. Более того, обращает на себя внимание совпадение количества ОКБ с числом ТКБ, что согласуется с представлениями о постоянном поступлении свежего фекального загрязнения в водоемы и в зимний период.

Таблица – Интегральные и санитарные микробиологические показатели зимнего бактериопланктона в прудах МАУ «Ярославский зоопарк»

№ п/п	Показатель бактериопланктона	Декабрь 2023			Январь 2024			Февраль 2024		
		Пруд №								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	μ _{ист} , ч ⁻¹	0,140	-0,238	-0,028	-0,216	-0,284	-0,038	0,032	0,002	0,060
2	μ _{потенц} , ч ⁻¹	0,100	0,107	0,143	0,068	0,079	0,044	0,073	0,020	0,011
3	ОМЧ, КОЕ/мл	1150	1800	170	3850	3200	210	4450	3400	275
4	Общие колиформные бактерии, КОЕ/100 мл	230	620	Менее 50	2400	230	60	230	230	Менее 50
5	Термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ/100 мл	230	620	Менее 50	2400	230	Менее 50	230	230	Менее 50

Примечание: обозначения – в тексте

Заключение. Таким образом, по совокупности изученных количественных показателей зимнего бактериопланктона пруды Ярославского зоопарка по-прежнему следует классифицировать как евтрофные [1]. Однако можно говорить о некоем состоянии гомеостаза экосистем в зимнюю межень, когда общая численность бактерий изменяется в пределах ошибки измерений, а активность гетеротрофного населения в целом справляется с окислением РОВ. Однако санитарное состояние прудов №№ 1 и 2 неблагоприятно [3]. Причиной постоянного фекального загрязнения являются населяющие их водоплавающие птицы. Третий пруд, где санитарные показатели в норме, отличается от первых двух тем, что байкальская нерпа ревностно охраняет свою территорию от водоплавающих птиц. В результате в летний период в нем развивается высшая водная растительность, которая способствует самоочищению водоема. В связи с вышесказанным, представляется разумным рассмотреть возможность организации биоплата, заселенного высшими водными растениями и недоступного для водоплавающих птиц, что должно улучшить санитарное состояние указанных водоемов. Кроме того, следует учитывать, что орнитогенная нагрузка на водоемы увеличивается с конца мая до середины июля [2], поэтому необходимо продолжить исследования в летний период.

Библиографический список

1. Оксиук, О.П. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О.П. Оксиук, В.Н. Жукинский Л.П. Брагинский и др.// Гидробиологический журнал. 1993. Т. 29. № 4. С. 62-77.
2. Румянцева, Е.В. Динамика планктонных микроорганизмов и вирусов в литорали Рыбинского водохранилища: влияние колониальных поселений птиц / Е.В. Румянцева, Д.Б. Косолапов, Н.Г. Косолапова, Д.В. Кулаков // Биология внутренних вод. 2013. № 4. С. 21-29
3. СанПиН 2.1.5.980-00. 2.1.5. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод (утвержденных в 2014 с изменениями).
4. Шеховцова, Н.В. Оценка качества воды в прудах МАУ «Ярославский зоопарк» в зимний период по бактериологическим показателям / Н.В. Шеховцова, В.А. Козлова, Д.Д. Мельников // Материалы II международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты микробиологии в науке и образовании» / Под ред. О.В. Евдокимовой, А.И. Новак, Е.П. Котелевец, ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России. – Рязань, 2023. С.118-120.
5. Шеховцова, Н.В. Экология водных микроорганизмов: методические указания / Н.В. Шеховцова. – Ярославль: ЯрГУ, 2011. 84 с.

ВЫДЕЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ШТАММОВ RGP-РИЗОБАКТЕРИЙ ИЗ СУБСТРАТА ГЕЛОФИТА ТУРНА LATIFOLIA L., ПРОИЗРАСТАВШЕГО НА ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Ширяев Г.И., Тугбаева А.С., кандидат биологических наук, Воропаева О.В.

**Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,
г. Екатеринбург, Россия**

Введение. Согласно материалам Государственного доклада о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году, около 44% водных объектов в Свердловской и 56% в Челябинской областях характеризовались как «загрязненные» с тенденцией к увеличению данного процента, а одними из наиболее распространенных загрязнителей являлись тяжелые металлы (ТМ). Металлы в повышенных концентрациях оказывают негативное воздействие на живые организмы, приводя к снижению их жизнеспособности, биоразнообразия и общей продуктивности биоценозов [2]. По этой причине оптимизация методов очистки окружающей среды от ТМ является важной проблемой, требующей пристального внимания. Фиторемедиационные технологии зарекомендовали себя как эффективные методы восстановления компонентов окружающей среды, в то же время имеют ряд существенных недостатков, в частности, высокую продолжительность этого процесса. Перспективным направлением, помогающим нивелировать данный недостаток, является использование металлоторолерантных штаммов ризобактерий, стимулирующих рост растений. Отбор таких штаммов возможен из ризосферы видов растений, произрастающих при высоком уровне загрязнении среды. Одним из таких видов является *Turpha latifolia* L. (рогоз широколистный). Данный гелофит проявляет высокую устойчивость к действию ТМ, а изучение ризосферы растений рода *Turpha* выявило обилие

ризобактериальных микроорганизмов, принадлежащих к типу *Proteobacteria* [4]. Представители данного типа зачастую показывают высокую способность к стимулированию роста растений, что делает ризосферу рогоза перспективной для скрининга на наличие PGP-ризобактерий. Таким образом, целью исследования стало получение штаммов ризобактерий, обладающих отчетливо выраженными PGP-свойствами и устойчивостью к тяжелым металлам для дальнейшего их использования при очистке загрязненных территорий.

Материалы и методы. Образцы ризосферного субстрата, из которого выделяли бактериальные штаммы, отбирали в 2023 году с трех участков, подверженных техногенному загрязнению, расположенных на р. Егоза, руч. Ольховка и руч. Рыжем (окрестности городов Кыштым и Карабаш, Челябинская область).

Способность ризобактерий к азотфиксации определяли качественно путем посева бактериальных штаммов на агаризованную питательную среду Эшби. Способность бактериальных штаммов к солюбилизации фосфатов оценивали путем посева бактерий на питательную среду NBRIP. В 7 мл питательной среды вносили 0,5 мл молодой бактериальной культуры и инкубировали в течение 8 дней при 28 °С. Содержание растворимых фосфатов определяли с использованием ванадий-молибденового реактива [1]. Способность бактериальных штаммов к синтезу индолил-3-уксусной кислоты (ИУК) определяли в среде LB с добавлением L-триптофана (200 мкл/л) [1]. Минимальную ингибирующую концентрацию (МИК) металлов оценивали путем воздействия на бактериальные штаммы возрастающих концентраций металлов с добавлением ЭДТА на агаризованной (2%) питательной среде LB.

Морфологическое описание бактериальных колоний ризобактерий проводили на агаризованной среде LB, клетки описывали после окраски по Граму. Для молекулярно-генетической идентификации штаммов, ДНК из жидких культур изолированных колоний выделяли с помощью набора для экстрагирования бактериальной геномной ДНК, после чего производили амплификацию генов 16S рРНК. ПЦР-продукт очищали с помощью AMPure XP и секвенировали на генетическом анализаторе «ABI 3500». О качестве секвенирования судили по покрытию, а также количеству прочтений с высоким уровнем идентичности ($\geq 98\%$).

Результаты и обсуждение. Для получения штаммов ризобактерий, устойчивых к загрязнению окружающей среды металлами, нами были выбраны участки, подверженные техногенному загрязнению. Предыдущие исследования выявили повышенные концентрации ТМ в субстратах и поверхностных водах на этих участках, которые могли значительно превышать допустимые значения [5]. В общей сложности с трех участков из ризосферного субстрата *T. latifolia* было получено 498 морфологически различных штаммов ризобактерий. Тестирование штаммов на наличие PGP-свойств показало, что 83% обладали хотя бы одним из изученных параметров (фиксация молекулярного азота, синтез ИУК, солюбилизация недоступных фосфатов). При этом лишь 12% штаммов обладали всеми тремя PGP-свойствами. Потенциально перспективными для стимулирования роста растений были признаны 72 штамма, которые были сохранены в музее.

Устойчивость штаммов ризобактерий к ТМ оценивали по отношению к таким металлам, как Ni, Zn и Cu, распространенным в окружающей среде и проявляющим высокую токсичность. По результатам исследования у значительной части бактериальных штаммов была выявлена устойчивость к этим металлам. Из 72 штаммов 47% обладали устойчивостью к одному из изученных ТМ в концентрации 500 мг/л. Так, к никелю были устойчивыми 19

штаммов, к цинку – 11, а к меди – 4. При этом к никелю наибольшую устойчивость проявляли штаммы с участка, расположенного на руч. Ольховка (все штаммы, показавшие устойчивость выше 500 мг/л), а к меди – штаммы с участка на руч. Рыжий (3 из 4). Количество устойчивых штаммов к цинку было равным на всех трех участках. Ни один из изученных штаммов не проявлял устойчивости ко всем трем металлам.

Таблица 1 – PGP-свойства трех отобранных штаммов ризобактерий

Штамм	Азотфиксация	Синтез ИУК, мг/л	Солюбилизация фосфатов, мг/л
Eg1	-	17,1 ± 2,4	561,9 ± 14,2
OL24	+	9,5 ± 1,1	588,3 ± 18,3
R2	+	8,0 ± 1,7	307,1 ± 11,5

Для дальнейшей идентификации было выбрано три штамма, обладающих значительными PGP-свойствами (табл. 1). Сравнение показателей PGP-свойств данных штаммов с литературными данными позволяет утверждать, что несмотря на то, что уровень синтеза ИУК у них относительно невысок [6], способность к солюбилизации фосфатов находилась на значительном уровне, превышая таковые у многих других штаммов, тестированных для стимуляции роста растений [3] и находясь на одном из наиболее высоких уровней. При этом штаммы OL24 и R2 также показали способность к фиксации атмосферного азота, что является важным фактором, влияющим на минеральное питание растений. Оценка МИК для данных штаммов выявило их значительную устойчивость к загрязнению среды: все три штамма выдерживали воздействие меди в концентрации до 250 мг/л, штамм R2 выдерживал до 400 мг/л никеля, а штамм Eg1 обладал наибольшей устойчивостью к Zn (до 1100 мг/л). Все это делает использование данных штаммов для стимулирования роста растений чрезвычайно перспективным.

Таблица 2 – Результаты молекулярно-генетической идентификации штаммов PGPR

Штамм	Таксономическая принадлежность бактерии	Идентификатор таксономии NCBI	Идентичность к референсной последовательности в Gene Bank NCBI, %
Eg1	<i>Serratia</i> sp.	2985502	99,70
OL24	<i>Serratia fonticola</i>	47917	99,84
R2	<i>Serratia</i> sp.	2985502	99,47

Морфологическое описание клеток и бактериальных колоний трех штаммов выявило, что у всех были одиночные грамотрицательные палочковидные клетки и все три штамма имели кратерообразные, блестящие, непрозрачные, бесцветные колонии с мягкой слизистой консистенцией. При этом по ряду показателей штаммы различались: так, штамм OL24 обладал колониями неправильной формы, волнистой структурой, складчатой поверхностью и волнистым краем, штамм R2 обладал круглыми колониями с волнистой структурой, складчатой поверхностью и волнистым краем, а штамм Eg1 – круглыми колониями с однородной структурой, гладкой поверхностью и ровным краем.

Молекулярно-генетическое исследование на основе последовательности референсных генов, кодирующих 16S рПНК, позволило определить видовую принадлежность одного из

трех изученных штаммов (табл. 2): штамм OL24 принадлежал виду *Serratia fonticola*. Определить видовую принадлежность штаммов Eg1 и R2 не получилось, однако, с высокой долей сходства данные штаммы относились к роду *Serratia*.

Заключение. Таким образом, исследование ризосферного субстрата *Typha latifolia* позволило выявить, что большинство выделенных штаммов ризобактерий у этого вида обладало PGP-свойствами. По результатам исследования было выделено 3 штамма ризобактерий, обладающих высокой устойчивостью к Ni и Zn в концентрациях, значительно превышающих допустимые, а также обладающих выраженными PGP-свойствами. Молекулярно-генетическое исследование позволило определить принадлежность одного из штаммов к виду *Serratia fonticola*, а двух других – к роду *Serratia*.

Библиографический список

1. Воропаева О.В., Борисова Г.Г., Малева М.Г., Подставкина А.В., Ермошин А.А. и др. Ростстимулирующая активность и металлоустойчивость изолятов бактерий из ризосферы орхидеи *Epipactis atrorubens*, произрастающей на серпентинитовых субстратах Среднего Урала // Журнал Сибирского федерального ун-та. Биология. 2022. № 3(15). С. 297–313.
2. Hernandez A.J., Pastor J. Relationship between plant biodiversity and heavy metal bioavailability in grasslands overlying an abandoned mine // *Environmental Geochemistry and Health*. 2008. V. 30. С. 127–133.
3. Prakash J., Arora N.K. Phosphate-solubilizing *Bacillus* sp. enhances growth, phosphorus uptake and oil yield of *Mentha arvensis* L. // *3 Biotech*. 2019. V. 9. P. 126.
4. Ribeiro C.M., Cardoso E.J. B.N. Isolation, selection and characterization of root-associated growth promoting bacteria in Brazil Pine (*Araucaria angustifolia*) // *Microbiological Research*. 2012. V. 167. № 2. P. 69–78.
5. Shiryayev G., Maleva M., Borisova G., Tripti, Voropaeva O., Kumar A. Phytomitigation potential and adaptive responses of helophyte *Typha latifolia* L. to copper smelter-influenced heavily multi-metal contamination // *Environmental Science and Pollution Research*. 2023. P. 1–14.
6. Wagi S., Ahmed A. *Bacillus* spp.: potent microfactories of bacterial IAA // *Peer Journal*. 2019. V. 7. P. e7258.

СЕКЦИЯ 4. ТРАДИЦИОННЫЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ МИКРОБИОЛОГИИ

ОСОБЕННОСТИ ЛЕКЦИИ КАК ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Евдокимова О.В., кандидат медицинских наук, доцент,

Новак А.И., доктор биологических наук, доцент,

Захарова О.А., доктор сельскохозяйственных наук, доцент

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика
И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Рязань, Россия**

Роль и место лекции в образовательном процессе в системе высшего образования России менялись постоянно от живого слова преподавателя, соединенного с опытами и примерами из жизни в середине XVIII в. до современного этапа широкого внедрения в образовательный процесс мультимедийных технологий и перехода к компетентностно-ориентированной форме обучения [3]. Лекция продолжает сохранять в академических кругах доминирующее положение ввиду экономической эффективности, быстрой возможности познакомить большое количество студентов с определенной областью изучаемого предмета [6]. Современный этап развития образования в университете сопровождается трансформацией лекции по нескольким направлениям, среди которых ведущей тенденцией развития лекции становится сочетание научности и информативности традиционной лекции с повышением доли интерактивных приёмов активизации учебной и коммуникационной деятельности студентов [1]. В сравнении с другими источниками информации и формами аудиторного времени, лекционная среда имеет, несомненно, определенные преимущества.

Обязательное присутствие на лекции дисциплинирует многих студентов, особенно это важно для тех, кому трудно себя мотивировать и контролировать процесс обучения самостоятельно. Лекция стимулирует мыслительную деятельность при использовании лектором активизирующих и риторических вопросов. Даже если студенты не отвечают на вопросы, задаваемые лектором, в любом случае происходит процесс взаимодействия аудитории и лектора, в результате которого обучающийся проверяет свои знания в уме. Учебник тоже может попросить читателя подумать над вопросом, но это будет совершенно другая реакция обучающегося, в отличие от лекционной среды, где преподаватель прокомментирует ответы других студентов, подведет студентов к правильным ответам или в крайнем случае сам ответить на поставленный вопрос [2]. У лектора, в отличие от книги большее количество инструментов обеспечения большей доступности изложения учебного материала и привлечения внимания к излагаемой в лекции проблеме от мультимедийных средств, усиливающих наглядность учебного материала до личных качеств и энергетики [4, 5]. Лектор должен быть хорошим оратором, способным удержать внимание аудитории с помощью интонации и ритма изложения. Представление учебного материала в форме повествования в течение классической 2-х часовой лекции существенно рассеивает внимание и снижает уровень восприятия новой информации. Использование различных приемов, таких как многократное повторение одних и тех же терминов позволяет выделить самое главное, обязательное для понимания и запоминания. Эмоциональность лектора и его личная убежденность позволяет привлечь внимание и заинтересовать проблемой аудиторию. Опытный лектор способен чувствовать внимание лекционной аудитории и, если есть

понимание, что контакт утрачен, сменить темп изложения материала или потратить больше времени на пояснение определенных разделов дисциплины. Непринужденность невербального общения, выраженная в голосе, позе и жестах преподавателя снимает эмоциональное напряжение и позволяет установить контакт со слушателями. При чтении учебников, как правило, задействуется меньшее количество инструментов, чтобы привлечь внимание обучающегося.

Существенным аргументом преимущества лекционной среды является и то, что вопросы содержания лекции должны постоянно пополняться современным строго проверенным научным материалом. Без внедрения результатов научных исследований немыслима подготовка специалистов, которым предстоит работать в условиях технического прогресса и внедрять в практику новейшие достижения науки и техники. Материал лекционного курса должен быть связан с текущими событиями, современными результатами научных исследований и достижениями. Конспект лекции проще обновить и дополнить, в то время, когда издатели учебников отстают от новой информации на год или более. Лекционный курс позволяет установить взаимосвязь отдельных терминов (фактов, понятий) из различных тем дисциплины и объединить их в единое целое, формируя у обучающегося экспертное мнение. Информация представленная подобным образом переориентирует учебный материал изучаемой дисциплины и позволяет взглянуть на него новыми глазами, заставляя задуматься об идеях и сделать выводы, к которым читатель, возможно, никогда не смог бы прийти самостоятельно. Одним из преимуществ посещения лекций является получение новых или передовых знаний в определенной области знаний. Лекция также может дать студентам полезные идеи, о которых они никогда не задумывались во время личного чтения. Причина, по которой лекции в сочетании с книгами являются наиболее эффективным способом обучения, заключается в том, что лекция может подсказать, на каких разделах учебника следует сосредоточиться, а лектор может указать на наиболее важные детали при изучении конкретной темы дисциплины.

Одним из перспективных направлений, ориентированных на обновление содержания обучения является изменение методов получения информации в высшей школе. Для решения творческих и исследовательских задач в лекционной среде успешно может быть реализован проектный метод обучения, направленный на самостоятельную деятельность обучающихся и основанный на планировании и выполнении определенных действий для реализации проблемы. Основа проектного метода обучения — это сосредоточение внимания на процессах решения задач, которые максимально приближены к реальной действительности, иметь понятный результат, который можно не только измерить и оценить, но и применить на практике [7]. Особая роль в осуществлении проектного метода обучения отводится лектору, который должен обладать знаниями в нескольких смежных дисциплинах и иметь навыки работы с проектами, количество которых в настоящее время в высшей школе еще недостаточно. Сложности с новым форматом знаний могут испытывать успешные в традиционных форматах студенты именно по причине недостатка знаний, которые могут быть восполнены в лекционной среде. Для достижения эффективного результата лекционный материал можно соотнести с ранее изученным материалом, а также с будущими лекциями, темами и целями курса в целом. Четкие пояснения помогут студентам связать новый материал с ранее изученным содержанием, понять и упорядочить новую информацию в их сознании.

Таким образом, в современном мире необходимости реформы образования и быстро меняющихся технологий, лекция остается гибким и понятным инструментом приобретения нужных навыков. Разработка и внедрение новых образовательных технологий позволит сохранить лекционный формат обучения эффективным способом получения полезных знаний и навыков, чтобы обучающиеся могли стать конкурентоспособными в своей профессиональной деятельности.

Библиографический список

1. Ибрагимов Г.И., Калимуллина А.А. Трансформация лекции в современной высшей школе России //Высшее образование в России. 2022. Т.31. №7. С. 96–112. doi: 10.31992/0869-3617-2022-31-7-96-112.
2. Лагушкин В.П., Морозов С.Ю. Методические рекомендации по подготовке и чтению лекций. Ульяновск: УлГУ, 2017. 19 с.
3. Лекция в вузе: теория, история, практика: монография /Г.И. Ибрагимов, Р.Г. Гайнутдинов, под ред. Г. И. Ибрагимова. Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2017. 196 с.
4. Лекция о лекции: учебное пособие / Н. М. Колычев, В. В. Семченко, Г. Г. Левкин, Е. В. Сосновская //Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, Омск, 2015.144 с. URL: <https://www.iprbookshop.ru/31695.html> (дата обращения: 22.12.2023).
5. Масилевич Н. А. Активизация познавательной деятельности студентов на лекции как фактор повышения качества образовательного процесса // Труды БГТУ: Образовательные технологии, 2014. №8. С.115-117.
6. Goffe W.L., Kauper D. A Survey of Principles Instructors: Why Lecture Prevails // The Journal of Economic Education. 2014. 45(4). 360–375. URL: <http://www.jstor.org/stable/43608816>.
7. Mabe A., Brown K., Frick J. E., Padovan F. Using Technology to Enhance Project-Based Learning in High School: A Phenomenological Study // Education Leadership Review of Doctoral Research, 2022. Vol. 10. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1380610.pdf>.

НА ПОРОГЕ ТАЙНЫ: ЗИНАИДА ВИССАРИОНОВНА ЕРМОЛЬЕВА

**Захарова О.А., доктор сельскохозяйственных наук, доцент
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика
И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Рязань, Россия**

Введение. «Перечисление успехов и научных достижений совершенно недостаточно в отношении этого Человека, этой Женщины...», – написала в конкурсном эссе А.К. Агаркова (2022). Занимаясь историей науки, автором статьи было собрано много информации о первооткрывателе пенициллина англичанине Александре Флеминге, его коллегах Эрнсте Борисе Чейне и Говарде Флори, пришедших на помощь в доработке препарата в практических целях. Однако, учитывая политическую обстановку 1940-х годов, англичане нашей стране - Союзу Советских социалистических республик пенициллин - не продали и великие битвы, как писал маршал Рокоссовский, «...мы выиграли ранеными». В те годы Зинаида Виссарионовна Ермольева – микробиолог, создала в 1943 г. советскую версию

пенициллина и спасла тысячи людей от смерти. «Ни одной отрезанной ноги...», - заключение военврачей после проведения испытаний изобретенного ею крустозана на раненых бойцах Красной армии.

Цель работы – раскрыть заслуги Зинаиды Виссарионовны Ермольевой в создании первого отечественного антибиотика.

Материалы и методы. Основой достижения поставленной цели явилась информация из книг, научных статей, ресурсов интернета о жизни и творчестве советского ученого, который благодаря своим многочисленным открытиям стал известен всему миру. В работе использовались научные методы сбора информации, анализа, логики, сравнения и обобщения. В данной статье приведены сведения об ученом как создателе первого отечественного антибиотика.

Результаты и обсуждение. Обучение Зинаида Ермольева начала в царской России, продолжила в Донской республике, а закончила уже при советской власти. «Ещё будучи студенткой, я вставала ни свет ни заря и пробиралась через форточку в лабораторию, чтобы лишние пару часов отдать опытам», — вспоминала студенческие годы Ермольева.

В 1925 году Зинаида Ермольева по рекомендации профессора Барыкина переехала в Москву и возглавила отдел биохимии микробов в Биохимическом институте им. А.Н. Баха. Высокий научный уровень исследований, новизна, подходов привлекли внимание к З.В. Ермольевой уже в начале ее научного пути. В 33 года она становится профессором.

Пик деятельности Зинаиды Ермольевой пришёлся на годы Великой Отечественной войны (рисунок 1), когда в 1942 году Наркомздрав отправил ученого в Сталинград для организации противоэпидемических мероприятий по борьбе с холерой. Она справилась с порученным ей делом и была награждена Сталинской премией I степени, на деньги от которой был построен истребитель Ла-5 с надписью на борту «Зинаида Ермольева».

Во время встречи со Сталиным, на его вопрос: «Вы к науке вернуться думаете? Есть ли какие-нибудь задумки, мечты?» Ответ Зинаиды Виссарионовны: «Есть. Я мечтаю заняться пенициллином... Это живая вода...».

В начале 1870-х годов исследованием плесени занимался Вячеслав Арсентьевич Манассеин, который изучив грибок *Penicillium glaucum*, подробно описал основные, в частности бактериостатические, свойства зелёной плесени. В 1896 году итальянский врач и микробиолог Бартомелео Гозио выделил из *Penicillium* микофеноловую кислоту, которая была активна против возбудителя сибирской язвы. Пенициллин был обнаружен в 1897 году французским военным врачом Эрнестом Дюшеном, опробовавший плесень на морских свинках и обнаруживший её разрушающее действие на возбудителя брюшного тифа. В 1904 году русский учёный М. Г. Тартаковский сообщил, что вещество, выделяемое зелёной плесенью, подавляет развитие возбудителя куриной холеры. В 1909 г. русский микробиолог П.Н. Лашенков получил из куриного яйца вещество, которое задерживало развитие некоторых микробов. Плесень использовала для лечения Алена Арзамасская, сподвижница Степана Разина. На плесень обратил внимание профессор петербургской военно-медицинской академии В.А. Манассеин, ученый-микробиолог А.Т. Полотебнов применял плесени при лечении гнойных ран. Его работа «Патологическое значение зелёной плесени» вышла в 1873 году. Но идея на тот момент не получила дальнейшего практического применения. В 1913 году американские учёные Карл Альсберг и Отис Фишер Блек получили из *Penicillium ruberulum* токсичную субстанцию, обладающую противомикробными

свойствами (в 1936 году, когда установили её химическую структуру, выяснилось, что это была пеницилловая кислота) и т.д.



Рис. 1. Зинаида Ермольева в Сталинграде, 1942

Пенициллин был выделен в 1928 году Александром Флемингом из штамма гриба вида *Penicillium notatum* на основе случайного открытия: попадание в культуру бактерий спор плесневого гриба из внешней среды оказало на бактериальную культуру бактерицидное действие. В 1941 году профессор Оксфордского университета Говард Флори и Эрнст Борис Чейн сумели очистить пенициллин, изученный Александром Флемингом, и получить первую порцию так нужного фронту лекарства.

К началу войны в Советском Союзе ещё не было ни одного антибиотика. Множество раненых гибли от развивающейся инфекции и заражения крови в военные годы. По запросу руководителей нашей страны в СССР лекарство не продали. Англичане долго не отвечали, потом переадресовали запрос в США, те потребовали от Советского Союза тридцать миллионов долларов.

Выход был один – организовать производство собственного пенициллина. Ермольева в те годы возглавляла лабораторию бактериохимии в Институте экспериментальной медицины. Работая в Сталинграде, Зинаида Виссарионовна наблюдала за ранеными солдатами и видела, что большинство из них умирает не от полученных в бою ран, а от заражения крови. Она понимала, что для решения этой проблемы необходимо антимикробное лекарство. Вполне возможно, что Зинаида Ермольева, которая стажировалась в Европе во время открытия Флеминга, читала его статью в научном журнале. Но какой именно грибок необходим — было неизвестно. Микробиолог вместе с коллегами приносила в лабораторию плесень с деревьев и газонов, фасадов зданий и выращивала её на продуктах. 93-й по счёту образец - плесень со стены бомбоубежища, показал необходимую активность.

В 1942 году Ермольевой уже были получены первые образцы пенициллина (крустозина) из *Penicillium crustosum*. За шесть месяцев был подготовлен антибиотик для клинических испытаний и в яузском госпитале Зинаида Виссарионовна испытала крустозин на тяжелораненых бойцах Красной Армии. Итоги оказались обнадеживающими, и было принято решение пустить антибиотик в серию на фабрике эндокринных препаратов в Москве. Испытания проходили в шести клиниках, и везде реакция врачей — восторг, если препарат успевали вводить через один-два часа после ранения, то воспаления не развивались, с «того света» возвращались и безнадежно больные сепсисом. Производство антибиотика было налажено в лабораториях Украинского фронта, Ташкента, Баку.

В сентябре 1943 препарат был получен, а ровно через год признан лучшим в мире. В январе 1944 г. в Москву приехал профессор Флори. Он привез свой штамм пенициллина и решил сравнить его с русским.

Требовалось широкое испытание препарата на фронте. Вместе с главным хирургом Красной Армии Н.Н. Бурденко проходит проверка препарата в полевых условиях: по сравнению с зарубежным наш препарат оказался активнее английского: 28 единиц против 20 в 1 мл. В 1943 году в СССР запустили массовое производство первого отечественного антибиотика под названием крустозин. Благодаря ему смертность от ран и инфекций в армии снизилась на 80%, а количество ампутаций конечностей — на 20–30%. Флори называл Ермольеву не иначе как «госпожа пенициллин», а помня заслуги в борьбе с холерой Зинаиду Виссарионовну стали называть «Пенициллин-ханум».

Создание советского пенициллина на Западе проигнорировали, но для Зинаиды Виссарионовны главным было то, что он сохранил сотни тысяч жизней — не только во время войны, но и в мирное время. Позже Зинаиде Ермольевой удалось модифицировать метод Александра Флеминга по определению активности антибиотиков, который позволяет правильно рассчитать лечебную дозу при различных заболеваниях. Это было отражено в ее монографии «Пенициллин», выпущенной издательством «Медгиз» в 1956 году. В 1963-м стала академиком. Получение пенициллина послужило толчком для разработки и внедрения в клиническую практику других антибиотиков. Под руководством З.В. Ермольевой были созданы: стрептомицин, тетрациклин, левомецетин и многие другие препараты. В 1960 г. в СССР впервые был получен противовирусный агент интерферон — это было одно из важных достижений Ермольевой и ее группы.

Заключение. Биографии известных людей всегда интересны читателям. Молодежи надо учиться жить, как Зинаида Виссарионовна Ермольева, отдавая энергию и силы любимой Родине, Человеку, Делу... Выполняя творческое задание по микробиологии, студенты написали стихотворение, отрывок из которого приводится ниже.

...Ермольева – профессор, академик!
Открытый ею пенициллин
Использует в своей работе медик...
И Сталинскую премию,
Что за открытие получает,
В тот грозный 43-ий год
На самолет она перечисляет!..
Пенициллин стал для народа кладом,
Ведь в нем нуждалась вся страна!

...Зинаида сражалась, как и все,
На фронте,
Уничтожая «злобного врага»!

...Прошло 80 лет...и микроорганизмы выработали устойчивость к антибиотикам...
Может быть кто-то из вас, дорогие студенты, войдет в историю науки и прославит наш
Университет!

Библиографический список

1. Доскин, В. Необыкновенные факты из биографии З.В.Ермольевой / В. Доскин, И. Власова // Врач, 2012. № 6. С. 86-87
2. Захарова, О.А. Инновационные методы и активизация учебного процесса в вузе / О.А. Захарова // В сборнике: Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий Сборник II Всероссийской (национальной) научной конференции. Новосибирский государственный аграрный университет, 2017. С. 515-517.
3. Захарова, О.А. История науки. Ботаника / О.А. Захарова, Ф.А. Мусаев. Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. 134 с.
4. Чаурина, Р.А. Зинаида Виссарионовна Ермольева / Р.А. Чаурина // Биология, 2000. №19. С. 12-16.
5. Зинаида Виссарионовна Ермольева / Режим ввода: <http://f17.blogs.donlib.ru/> Дата обращения 23.03.2021.

ИННОВАЦИИ В ПРЕПОДАВАНИИ МИКРОБИОЛОГИИ

Захарова О.А., доцент, доктор сельскохозяйственный наук, Подоляк М.А.

**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Рязань, Россия**

Введение. В процессе развития и модернизации образования в медицинском вузе происходит лавинообразное нарастание инновационной учебной и научной информации, которая необходима будущему врачу как конкурентоспособной единице рынка труда. Накапливается много информации по микробиологии, которая является базовой дисциплиной, преподаваемой в медицинском вузе на всех факультетах. Будущий врач, чтобы быть компетентным в своей профессии, должен обладать актуальными знаниями по микробиологии, что поможет адаптироваться к стремительно развивающейся и изменяющейся ситуации в медицине [3]. Цель работы – оценка инноваций в преподавании микробиологии в медицинском вузе.

Материалы и методы. При написании статьи использовалась научная и учебная информация ресурсов интернет, литература по теме, собственные наблюдения и опросы одноклассников. Методы – анализ, обобщение, логика, заключение.

Результаты и обсуждение. Студент обязан обладать такими качествами как умение быстро и качественно адаптироваться к изменяющейся образовательной среде, нестандартно мыслить, уметь актуализировать свои знания и навыки, стремиться к самообразованию,

изучая не только базовый курс, разработанный преподавателями кафедры микробиологии, но и расширять свой кругозор, изучая научную, справочную, нормативную литературу [1]. Все задачи, стоящие перед студентами являются трудоемкими и энергозатратными. Преподаватель медицинского вуза должен обладать навыками актуализированной методологии преподавания дисциплины микробиологии, которая требует специфического подхода. В базовый курс входит изучение микроорганизмов, их особенности, патогенез заболеваний, которые они вызывают, методы их диагностики и культивирования. Несомненно, такой большой пласт информации требует разнообразия методов чтения лекций и ведения практических занятий. Так, установлена тенденция виртуального чтения лекции, что, во-многом, облегчает подготовку к занятиям, коллоквиумам и экзамену. Однако, полностью исключать очные лекции, читаемые преподавателем, нельзя. Во время подачи нового материала лектор не только озвучивает новую учебную информацию, но и направляет учебный процесс, поясняет, акцентирует внимание, повторяет наиболее значимые моменты, мотивирует студентов на поиск решений правильных решений конкретной проблемы. Это важно для восприятия нового материала в объеме целой лекции.

По опросам студентов 2 курса всех факультетов, сложилось мнение о целесообразности введения новых методов обучения в виде деловой игры, викторины в практические занятия. Уже в учебном процессе используются преподавателями задачи разного уровня сложности, создание проблемной ситуации, что позволяет студентам самостоятельно принимать решения, дискутировать и приходить к верному решению посредством общения с одногруппниками.

Для формирования клинического мышления студента можно вводить метод кейсовых задач, позволяющий обучающемуся проводить параллель между теоретическими и практическими знаниями. Этот метод подразумевает развернутый ответ с аргументациями.

Наиболее просто ввести инновационные методы в самостоятельную работу студентов, предполагающую творческое начало [2]. К примеру, студенты с радостью изготовили микроорганизмы из различного материала (пенопласт, пластилин, пряжа и др.), нарисовали комиксы по возбудителям болезней (рисунок 1), написали эссе на тему: «Роль микробиологии в моей будущей профессии».



Рис. 1. Творческие работы студентов медицинского вуза.

Следует отметить активное участие обучающихся в работе студенческого научного кружка кафедры микробиологии, что позволяет проявить креативность, творчество, повысить свою эрудицию и приобщиться к публичным выступлениям. Желание заниматься научной работой имеет ведущую роль в становлении будущего профессионала. На каждом занятии кружковцы выступают с несколькими теоретическими докладами или с сообщениями по результатам проведенных исследований. Регулярные олимпиады по микробиологии также способствуют развитию аналитического мышления, а также активизации умственных способностей, наработке умений и навыков в решении практических задач. Комплексное вовлечение студентов в научную и учебную работу позволяет им свободно докладывать информацию на студенческих научно-практических конференциях разного уровня. Желающих очень много и от кафедры выступает максимально разрешенное количество участников.

Заключение. Анализируя вышеизложенное, можно отметить целесообразность вовлечения в учебный процесс студентов как творческих единиц с учетом их индивидуальных особенностей, стремления к выражению своей креативности и самостоятельности в решении конкретных проблем. Инновационные приемы в классическом образовании уже не являются инородным элементом и вписались в учебный процесс без нарушения методики преподавания дисциплины, а, наоборот, способствуют обучающимся более глубоко вникнуть в тему.

Библиографический список

1. Захарова, О.А. Информатизация и цифровизация высшего образования / О.А. Захарова // В сборнике: Цифровизация экономики и общества: проблемы, перспективы, безопасность. Материалы международной научно-практической конференции. В 2-х т.. Отв. ред.: И.П. Подмаркова, 2019. - С. 93-95.
2. Захарова, О.А. Использование инновационных методов обучения в преподавании ботаники / О.А. Захарова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2014.- № 1 (21). -С. 36-40.
3. Камышный, А.М. Некоторые аспекты преподавания микробиологии в медицинском вузе /А.М. Камышный // Медицинское образование и профессиональное развитие, 2014. – № 4 . – С. 69-74.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ НА КАФЕДРЕ МИКРОБИОЛОГИИ, КАК МАРКЕРА УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ БАЗОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Канина И.В., Гусева Т.М., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Коноплева В.И., кандидат медицинских наук, доцент, Евдокимова О.В., кандидат медицинских наук, доцент, Головина Н.А., кандидат биологических наук, Мыськова В.А. ФГБОУ ВО «Рязанский Государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Рязань, Россия

Введение. Современная система образования в высшей школе предусматривает системный подход к освоению необходимых профессиональных компетенций при изучении соответствующих дисциплин. Одним из элементов педагогической системы в рамках которого определяется уровень подготовленности обучающегося к различным этапам учебной деятельности считается «входной контроль» знаний студентов [3]. Использование подобного рода адаптивных мероприятий позволяет определить дидактические подходы к реализации непрерывности образования преемственности его ступеней [1, 2]. С целью унификации оценки эффективности контроля знаний студентов могут быть использованы методы тестирования, анкетирования, наблюдения, проведения бесед и интерактивные программы в рамках актуальных тем для обсуждения [1, 2]. Формы входного контроля видоизменяются в зависимости от изучаемой дисциплины и направленности высших учебных заведений.

Ввиду особенностей образовательного процесса в высших медицинских учебных учреждениях создаётся необходимость определения исходного уровня компетентности студентов, для этого используют результаты входного контроля знаний перед освоением новой дисциплины.

Цель исследования: оценить стартовый уровень освоения общепрофессиональных компетенций студентов 2 курса медицинского ВУЗа в ходе изучения смежных с микробиологией естественнонаучных дисциплин базового модуля основных рабочих программ.

Материалы и методы. Научные изыскания проводились на базе кафедры микробиологии ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России. Проанализировано 1214 бланков ответов студентов очной формы обучения лечебного (n=775), педиатрического (n=212), стоматологического (n=177), медико-профилактического факультетов (n=50). В качестве инструментария для реализации поставленной цели использован метод тестирования. Задания размещались на обучающей платформе Moodle и состояли из вопросов открытого и закрытого типов, разработанных профессорско-преподавательским составом кафедры микробиологии. Результаты тестирования отображали в виде процентного выражения ряда данных.

Результаты исследования визуализировались в виде базы данных в программе Microsoft Office Excel, 2021. Статистический анализ проводился с использованием программы Statistica 13 (разработчик TIBCO Software Inc.), электронного ресурса medstatistic.ru.

Результаты и обсуждение. В ходе анализа результатов исследования выявлены пробелы в вопросах школьной программы «биологии». Базовые задания основных

естественнонаучных дисциплин, изучаемых в высшей школе, затруднений не вызывали. Результаты входного контроля знаний студентов вышеперечисленных факультетов указаны в таблице 1. Среди студентов лечебного факультета максимальное число обучающихся отмечено в диапазоне оценок 7,0-7,5 баллов (93 человека), педиатрического: 5,5-6,0 баллов (22 человека), стоматологического: 7,0-7,5 / 8,0-8,5 (по 48 человек соответственно), медико-профилактического: 8,0-8,5 баллов (17 человек). Таким образом, студенты педиатрического факультета справились с аналогичными заданиями достоверно хуже ($p \leq 0,05$) своих однокурсников. Наиболее высокий средний балл зарегистрирован у обучающихся на стоматологическом и медико-профилактическом факультетах (7,42 и 7,73 соответственно).

Таблица 1 – Диапазон баллов обучающихся на разных факультетах

Диапазон оценок	Лечебный факультет		Педиатрический факультет		Стоматологический факультет		Медико-профилактический факультет	
	Ср. балл	Кол-во, %	Ср. балл	Кол-во, %	Ср. балл	Кол-во, %	Ср. балл	Кол-во, %
		775		565		177		50
1,0-5,0 баллов		177 (22±1,5)		120 (21±1,7)		81 (45±3,7)		0
5,5-8,0 баллов	6,79	360 (46±1,7)	6,41	225 (39±2,0)	7,42	48 (27±3,3)	7,73	33 (66±6,7)
8,5-10,0 баллов		238 (30±1,6)		220 (39±2,05)		48 (27±3,3)		17 (34±6,7)

Для анализа компетентности обучающихся необходимо оценить начальный уровень их подготовленности. Полученные данные позволят усовершенствовать педагогический процесс, восполнить пробелы в знаниях и предупредить возникновение затруднений в ходе изучения новой дисциплины «микробиология».

Библиографический список

1. Головина Н.А., Канина И.В., Евдокимова О.В. Применение современных активных образовательных технологий в освоении профессиональных компетенций на кафедре микробиологии // Фундаментальные и прикладные аспекты микробиологии в науке и образовании: Материалы международной научно-практической конференции, Рязань, 25–26 мая 2022 года. Рязань: Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, 2022. С. 172-173.

2. Канина И.В., Евдокимова О.В. Творческое задание, как интерактивный метод обучения при изучении дисциплины «Микробиология» // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «Биология в высшей школе: актуальные вопросы науки, образования и междисциплинарной интеграции», Рязань, 11–12 апреля 2019 года / Под ред. О.В. Баковецкой. Рязань: Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, 2019. С. 168-170.

3. Феклистов Г.С. Входной контроль как основа адаптации к обучению в ВУЗе студентов-однокурсников : автореферат дисс. ... кандидата педагогических наук : 13.00.01. Сочи: 2001. 27с.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ И ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ КЛИНИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРИЙ

**Рахимжанова Ф.С., кандидат медицинских наук, доцент, ассоциированный профессор,
Разакова Н.Г., магистр педагогических наук
НАО «Медицинский университет Семей», г. Семей, Республика Казахстан**

Введение. С 2019 года в НАО МУС внедрена модульная программа, а с 2022 года – программа непрерывного интегрированного медицинского образования которая включает бакалавриат, интернатуру и профильную магистратуру. Программа НИМО была утверждена Приказом Министра здравоохранения Республики Казахстан от 4 июля 2022 года № ҚР ДСМ-63[1,2].

Концепции развития здравоохранения РК до 2026 года состоит из следующих пунктов: 1.Отсутствие системы прогнозирования и предупреждения биологических угроз, 2. Недостаточная эффективность функций контроля и надзора с неразвитой системой эпидемиологической оценки, прогнозирования потенциальных угроз и рисков, 3. Недостаточный уровень биобезопасности лаборатории СЭС для проведения современных, высокоточных и экспресс исследований, 4.Низкий уровень материально-технического оснащения и содержания инфраструктуры СЭС, 5.Отсутствие устойчивой кадровой политики, качественной системы подготовки профессиональных кадров (санитарные врачи, эпидемиологи и работники лабораторной службы), 6.Слабая система внедрения результатов научных исследований по анализу воздействия факторов окружающей среды на состояние здоровья населения в практическое здравоохранение, 7.Несовершенство надзора и контроля за соблюдением государственных нормативных требований промышленной гигиены, 8.Слабая цифровизация и автоматизация деятельности СЭС[3].

Целью настоящего исследования является изучение Образовательных программ и подготовка специалистов клинических лабораторий в НАО «МУС». Для выполнения поставленной цели исследования были сформулированы следующие задачи: 1.Изучить Образовательные программы НАО «МУС» и распределение часов по микробиологии, 2. Методы обучения и формы проведения занятий, 3. «Клиническая лабораторная диагностика» в НАО МУС.

Материалы и методы. Были проанализированы Образовательные программы в НАО «МУС», данные были получены из вышеуказанных документов. Для сравнения использовали данные, полученные в течение последних 10 лет.

Результаты и обсуждение. Были проанализированы основные задачи и проблемы микробиологии: 1. Расширение круга патогенных для человека микроорганизмов, 2. Новые методы диагностики на базе геномных и постгеномных технологий, 3. Новые подходы к созданию вакцин, 4. Глобализация проблемы антибиотикорезистентности, 5. Персистенция: хронические и атипичные формы инфекционного процесса, 6. Возвращающиеся и вновь проявляющиеся инфекции.

На уровне бакалавриата обучающиеся изучают микробиологию с 1 по 3 курс. На 1,2 курсе микробиология интегрирована с другими базовыми дисциплинами и включена в следующие модули: 1 курс – Наследственность и ткани (генетика микроорганизмов), 2 курс - КРС, МПС, ПЭС, БОБ, 3 курс- частная микробиология.

Распределение часов по микробиологии (рис. 1): За последние годы часы намного сократились из-за интеграции дисциплин.

Для повышения качества проведения занятий используются различные методы обучения: TBL, PBL, CBL чаще на 3 курсе, клинической микробиологии. Формы проведения занятий: дискуссия, мозговой штурм, проблемный вопрос, деловая игра. Самостоятельная работа студентов под непосредственным руководством преподавателя проводится в виде: работы с литературой, написания литературного обзора по заданной теме, подготовки рефератов, презентаций и докладов, позволяют анализировать медицинские и социальные проблемы, использовать на практике полученные знания по микробиологии в различных видах профессиональной деятельности, выступать на научных конференциях.

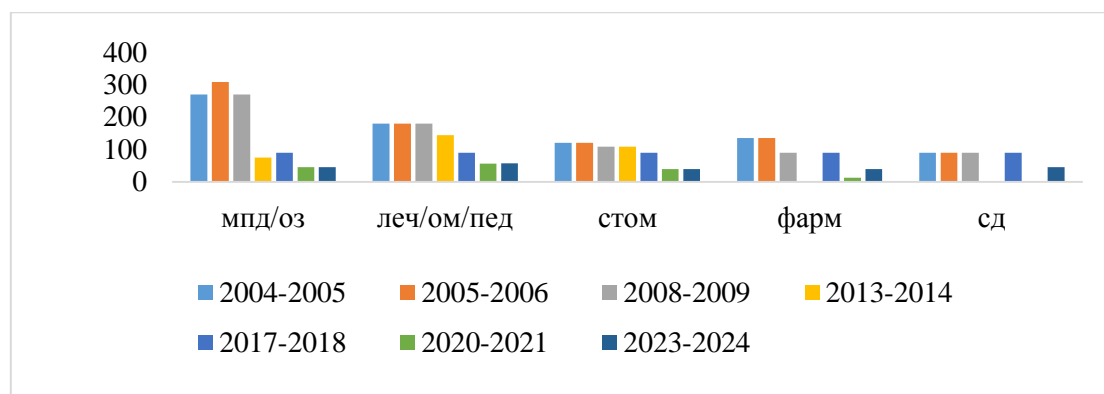


Рис. 1. Распределение часов по микробиологии.

Организация научной деятельности обучающихся проводится согласно плану СНО кафедры, в айсу про из каталога научных проектов студенты подают заявки и выбирают руководителя, проводят исследования по теме и выступают с результатами работы на конференциях. Проводятся ежегодные внутривузовские междисциплинарные Олимпиады и межвузовские Олимпиады среди университетов РязГМУ Россия, КазНМУ им.С.Д.Асфендиярова, КРМУ, ЮКГА, ЗКГМУ. Были проведены мастер-классы по академической мобильности ВУЗА на темы: «Рациональная антибактериальная терапия при инфекционных болезнях», «ВИЧ-инфекция как медико-социальная проблема в Казахстане», «Современные методы диагностики и лечения инфекционных болезней», «Современные методы диагностики заболеваний, вызываемых простейшими».

2023 год - открытие резидентуры по специальности «Клиническая лабораторная диагностика» в НАО МУС. В данное время обучается 8 резидентов, которые работают в клинко-диагностических лабораториях медицинских учреждений городов Семей, Усть-Каменогорск и Павлодар. Обучение резидентов предусматривает интеграцию теории и практики. Академическим наставником является к.м.н., и.о. доцента кафедры инфекционных болезней, дерматовенерологии и иммунологии, врач-лаборант высшей категории Кудайбергенова Н.К. На теоретических занятиях обсуждаются современные методики проведения лабораторных исследований.

Практическая работа резидента осуществляется в клиничко-диагностических лабораториях клинических баз (выполнение лабораторных исследований, проведение контроля качества, интерпретация результатов исследования, работа в медицинских информационных системах (КМИС, ЛИС), оформление учетно-отчетной документации) под руководством опытных клинических наставников с практического здравоохранения.

Заключение. Для формирования высокого профессионализма будущих специалистов микробиологов необходимо пересмотреть образовательные программы подготовки студентов, развивать механизмы наставничества среди студентов специальности МПД,ОЗ. Также необходимо увеличить объем преподавания таких профильных дисциплин, как гигиена, санитария, эпидемиология, вирусология, бактериология, паразитология, инфекционные болезни для качественной подготовки специалистов клинической лаборатории. Усилить профориентационную работу по отбору и подготовки специалистов клинических лабораторий. Изучить потребность в специалистах клинических лабораторий, с учетом потребности формировать госзаказ по данной специальности.

Библиографический список

1. Академическая политика НАО «Медицинский Университет Семей».
2. Положение об академической мобильности обучающихся, преподавателей, сотрудников и визитирующих профессоров.
3. Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 4 июля 2022 года № ҚР ДСМ-63

СЕКЦИЯ 5. МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В РЕШЕНИИ АКТУАЛЬНЫХ ВОПРОСОВ МИКРОБИОЛОГИИ

ПОРАЖАЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

**Захарова О.А., доктор сельскохозяйственных наук, доцент, Шкурина Л.А.
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика
И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
г. Рязань, Россия**

Введение. Преднамеренное применение биологического оружия с высвобождением биологического агента относится к чрезвычайным ситуациям, которые могут иметь место в настоящее время и на которые необходимо реагировать органам управления, в том числе здравоохранения. Если оглянуться в прошлое, то применение биологического оружия нашло место в Великой Отечественной войне со стороны Японии. И сейчас выходит информация о работе биологических лабораторий на территории недружественного государства. Биологическое оружие – это патогенные организмы и их споры, вирусы, бактериальные токсины, зараженные люди и животные, а также средства их доставки (к примеру, ракеты, артиллерийские снаряды и пр.), предназначенные для массового поражения живой силы, населения противника, сельскохозяйственных животных и культурных растений и т.д. Особенностью используемых в биологическом оружии организмов является высокая патогенность (инфекционность, вирулентность – способность заражать человека малыми количествами микробных клеток (от единиц до тысячи), боевая эффективность (способность вызывать массовые заболевания при различных путях заражения), возможность возникновения эпидемии в связи с большой контагиозностью организмов, длительное существование очага бактериологического заражения (устойчивость некоторых возбудителей во внешней среде, особенно споровых форм), трудность обнаружения факта применения биологического оружия, длительность и избирательность поражающего действия и др.

Целью наших исследований являлось выявление поражающего действия биологического оружия на объекты противника, в первую очередь – людей, при анализе информации в интернет ресурсах и на бумажных носителях.

Материалы и методы. В работе были проанализированы исторические материалы и публикации последних лет. Использованы методы логики, анализа, сравнения, заключения.

Результаты и обсуждение. Анализ научной литературы позволил обобщить свойственные для микроорганизмов, используемых в биологическом оружии, качества:

- необходимая поражающая эффективность, то есть степень летальности или тяжести вызываемых заболеваний,

- высокая инфекционность, то есть частота передачи и возникновения заболеваний среди неиммунных контингентов при минимальной заражающей дозе,

- значительная устойчивость во внешней среде, контагиозность заболеваний, продолжительности инкубационного периода и некоторым другим показателям, суммарно определяющим поражающее действие и военно-тактическую эффективность биологического оружия в целом.

Из всего многообразия факторов, оказывающих поражающее действие, нами выделены следующие (таблица 1).

Таблица 1 – Факторы поражающего действия биологического оружия

Поражающие факторы	болезнетворные микроорганизмы и их токсины – сильнодействующие яды, вирусы	воздействие на организм болезнетворных микроорганизмов-возбудителей чумы, холеры, сибирской язвы и др.	
Современные способы и средства доставки	авиация, мины, гранаты и др. Аэрозольный – распыление, трансмиссионный-рассеивание зараженных насекомых и грызунов, диверсионный – заражение воздуха, воды		
Признаки применения	Глухой звук разрыва боеприпаса, облако дыма или тумана, капли жидкости или порошкообразные вещества на земле, скопление несвойственных региону насекомых и грызунов, массовые заболевания людей и животных	эпидемиологическое распространение инфекции	

Все микроорганизмы биологического оружия относятся к боевым биологическим средствам. Случаи применения биологического оружия трудно выявить и отличить от природной вспышки, поэтому для доказательства биотеррористической природы эпидемий и пандемий требуется всесторонний эпидемиологический анализ, который может занять у специалистов много времени. Использование биологического оружия есть биотерроризм.

Кроме перечисленных микроорганизмов могут использоваться генномодифицированные, сравнительная характеристика которых дана в таблице 2.

Помимо вышеизложенного, нами приводится преимущество биологического оружия по сравнению с другими видами (таблица 3).

На компьютерной программе Statistika 10 построен график, отображающий дальность поражения биологическим оружием живых объектов (рисунок 1).

Таблица 2 – Сравнительная характеристика 3-х поколений биологического оружия

Показатели	1 – природный штамм возбудителя	2 – генетически измененные варианты возбудителя	3 – генетические химеры
Поражающая доза, г	10^{-12}	10^{-16}	10^{-16}
Скрытый период	дни, недели		часы, сутки
Безвозвратные потери, %	50	80	80
Утрата боеспособности	дни, недели		месяцы, годв
Избирательность действия	нет	нет	есть
Обратное действие	есть	есть	нет
Наследуемая передача	нет	нет	есть
Индикация	есть	есть	нет
Диагностика	есть	есть	нет
Средства защиты	есть	малоэффективны	нет

Таблица 3 – Преимущества биологического перед классическим оружием

Критерий оценки	Ядерное	Химическое	Микробиологическое
Время проявления эффекта	Несколько секунд	Несколько минут	Несколько дней
Степень повреждения строений	Разрушение на площади около 100 кв. Км	Нет	Нет
Максимальное воздействие на человека	90% со смертельным исходом	50% со смертельным исходом	Заболеваемость на уровне 50%, смертность 25%

Так, левая вершина (ЛВ) отображает дальность поражения ядерным оружием площадью 30 м², ближняя правая (БПВ) – химическим оружием до 60 м², дальняя правая (ДПВ) – биологическим оружием до 100 тыс. м².

Заключение. Биологическое оружие является весьма опасным и разрушающим, оно может предоставлять угрозу как для людей, так и для животных, и растений. Отличительной чертой

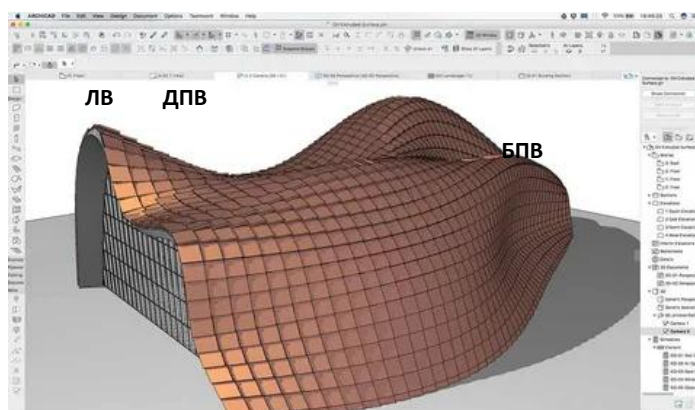


Рис. 1. Дальность поражения разными видами оружия

биологического оружия является высокая инфекционность бактериологического начала, значительная устойчивость во внешней среде, высокая поражающая эффективность с максимальным воздействием на организм человека. Большую опасность вызывают генномодифицированные объекты, поражающие огромные площади и раннее проявление эффекта.

Библиографический список

1. Алиева Л.В. Применение бактериологического оружия в XX в. как преступление против человечности и угроза человечеству // Метаморфозы истории, 2023. №3. С.12-22.
2. Бешукова З.М., Шадже А.М. История формирования международно-правовых норм о запрещении биологического оружия и борьбе с биологическим терроризмом // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки, 2022. № 5. С. 100-104.
3. Применение биологического оружия: история и современность / П.П. Коновалов, О.В. Арсентьев, А.Л. Буянов, С.А. Низовцева, В.В. Масляков // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. [Электронный ресурс] Режим ввода <https://science-education.ru/ru/article/view?id=16621> Дата обращения 01.05.2024.

ОСОБЕННОСТИ МИКРОБНОГО СОСТАВА ПРОТЕЗНОГО ЛОЖА ПРИ ВОСПАЛЕНИИ МЯГКИХ ТКАНЕЙ ПАРОДОНТА

Пантелеев Д.С., Яковлев М.В.

**Научный руководитель: Годовалов А.П., кандидат медицинских наук, доцент
ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. акад.
Е.А. Вагнера» Министерство здравоохранения Российской Федерации, г. Пермь, Россия**

Введение. Состояние протезного ложа влияет на процесс интеграции ортопедической конструкции. Развитие воспалительных процессов различного генеза, в том числе обусловленного микроорганизмами, может привести к серьёзным осложнениям. Совокупность микроорганизмов, заселяющих область контакта с протезом, может содержать бактерии с разной выраженностью патогенности [4], воздействие которых оказывает разностороннее влияние на весь организм. Критическое значение приобретает изучение состава микроорганизмов, обитающих в зоне протезного ложа, а также их влияние на развитие патологических изменений слизистой оболочки.

Цель исследования – оценить состав микроорганизмов протезного ложа у пациентов с признаками воспаления слизистой оболочки.

Материалы и методы. В основную группу включили 131 человек (82 мужчин и 49 женщин) в возрасте от 60 до 74 лет с диагнозом полное отсутствие зубов (K08.1). Из них 66 человек не имели клинических признаков воспалительных явлений со стороны слизистой оболочки полости рта и пародонта (первая подгруппа). У остальных 65 человек выявлены признаки воспаления мягких тканей протезного ложа (хронический протезный стоматит, вторая подгруппа). Группа сравнения сформирована 88 человек (44 мужчин и 44 женщин) в возрасте от 60 до 74 лет с малыми и средними дефектами зубного ряда (K08.1), ранее не пользовавшихся съёмными зубными протезами. Эту группу аналогичным образом разделили по наличию клинических признаков воспаления.

Изучение спектра микроорганизмов осуществляли с помощью бактериологического метода и полимеразной цепной реакции по стандартным методикам [1].

При проведении статистического анализа данных использовали критерий χ^2 .

Результаты и обсуждение. В ходе проведённых исследований установлено, что у пациентов основной группы частота встречаемости *Lactobacillus* spp. на поверхности протезного ложа составляет 44,3%, а в группе сравнения – 17,0% ($p=0,01$). При этом во второй подгруппе лактобактерии встречались статистически значимо чаще ($p=0,012$). В группе сравнения лактобактерии встречаются вне зависимости от наличия воспаления ($p=0,6$).

В основной группе на поверхности протезного ложа *Streptococcus pyogenes* встречаются в 33,8%, а в группе сравнения – 9,1% ($p=0,01$). При этом в основной группе при наличии признаков воспаления этот вид стрептококков обнаружен у 52,3% пациентов, а в первой подгруппе (без признаков воспаления) – 15,2% ($p=0,01$). В группе сравнения выделения пиогенного стрептококка не зависело от наличия признаков воспаления ($p=0,27$).

Streptococcus salivarius в полости рта на протезном ложе слизистой оболочки пациентов основной группы идентифицирован в 19,8%, а в группе сравнения – 45,5% ($p=0,01$). Развитие воспалительного процесса слизистой оболочки у пациентов основной группы сопровождается снижением числа случаев изоляции этого вида стрептококка – 6,2% (без воспаления – 33,3%, $p=0,01$). Аналогичная картина наблюдается в группе сравнения.

У пациентов с полным отсутствием зубов на поверхности протезного ложа бактерии рода *Neisseria* идентифицировали в 2,6 раза чаще, чем у пациентов группы сравнения (51,1 и 19,3% соответственно, $p=0,01$). В основной группе частота встречаемости нейссерий не зависело от наличия воспалительных признаков слизистой оболочки полости рта. В группе сравнения при наличии воспаления нейссерии выявлены в 34,1% (без воспаления – 4,5%, $p=0,02$).

У пациентов с полным отсутствием зубов один из пародонтопатогенов *Fusobacterium nucleatum* встречаются чаще, чем у пациентов с малыми и средними дефектами зубных рядов (52,7 и 18,2%, $p=0,01$). Этот вид у пациентов основной группы, первой подгруппы обнаружен в 28,8%, а во второй – в 76,9% ($p=0,01$). В групп сравнения фузобактерии встречались с одинаковой частотой вне зависимости от признаков воспаления ($p=0,09$).

Одним из нетипичных для полости рта микроорганизмов является *Escherichia coli*, которые в основной группе обнаружены в 23,5% случаев, в группе сравнения – 88,2% ($p=0,02$). У пациентов с полным отсутствием зубов и признаками воспаления слизистой оболочки *E. coli* встречаются в два раза чаще, чем у лиц без признаков воспаления (45,5 и 28,8% соответственно, $p=0,027$).

Микробный состав протезного ложа разнообразен, а среди его представителей выделяют разные по вирулентности таксоны [4], которые находятся под влиянием разных факторов, действие которых помимо этого изменяет активность воспалительного процесса. Количественный состав бактерий зависит от буферной ёмкости слюны, вредных привычек, типа питания и pH ротовой жидкости. Показано, что у людей с хроническими воспалительными процессами в полости рта или сниженной буферной ёмкостью слюны могут создаваться условия для усиленного роста бактерий, так как воспаление и изменения в составе слюны могут способствовать размножению условно патогенных микроорганизмов [5]. С другой стороны, при более щелочной реакции среды полости рта или здоровым рационом питания может быть подавление роста бактерий, что способствует здоровью

полости рта. У пациентов, пользующихся акриловыми съёмными протезами, можно ожидать большую встречаемость микроорганизмов из-за пористой породы материала протеза, которая способствует адгезии и росту бактерий. Микроорганизмы, присутствуя в оптимальных условиях, скапливаются на акриловых протезах и способствуют развитию воспалительных процессов мягких тканей пародонта. Выявлено, что колонизация микроорганизмами пористой структуры съёмных пластиночных протезов, их инвазия в слизистую оболочку протезного ложа и противодействие факторам иммунной системы обусловлено выраженной протеолитической активностью микроорганизмов [2]. На поддержание гомеостаза и здоровья слизистой оболочки полости рта влияют количественный состав комменсальных микроорганизмов, блокирующие активность условно патогенных бактерий и укрепляющие иммунную систему человека [3].

Заключение. В целом, микробный пейзаж протезного ложа у пациентов с полным отсутствием зубов различается в зависимости от воспалительных изменений слизистой оболочки, что необходимо учитывать при проведении профилактических мероприятий.

Библиографический список

1. Годовалов А.П., Задорина И.И., Быкова Л.П., Пастухов Д.М., Яковлев М.В. Способ экспресс-детекции *Escherichia coli* и бактерий группы кишечной палочки в ротовой полости. // Клиническая лабораторная диагностика. 2022. Т. 67. № 3. С. 177-179.
2. Годовалов А.П., Яковлев М.В. Опыт оценки протеолитической активности совокупной микрофлоры ротовой полости как диагностический маркер. // Материалы конгресса. М., 2023. С. 61-62.
3. Юмашев А.В, Носкова Д.А, Городилова Л.М., Коваль М.В., Хулхачиева Э.А. Связь и взаимовлияние патологических состояний микробных комплексов ротовой полости и кишечника развитии заболеваний различного генеза. // Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования. 2021. №4.
4. Яковлев М.В., Шулятникова О.А., Годовалов А.П., Рогожников Г.И. Опыт оценки состояния микробиоты полости рта условно здоровых лиц. // Институт стоматологии. 2021. № 4(93). С. 90-91.
5. Marsh PD, Do T, Beighton D, Devine DA. Influence of saliva on the oral microbiota // Periodontol 2000: электронный журнал. 2016. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26662484/> (дата обращения: 23.04.2024).

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В РАЗВИТИИ КАРДИОМИОПАТИЙ У ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА

Петренко А.В.

**Научные руководители: Позолотина В.А., кандидат сельскохозяйственных наук,
Глотова Г.Н., кандидат сельскохозяйственных наук
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева», г. Рязань, Россия**

Введение. Кардиомиопатии – заболевания, в ходе которых в первую очередь поражается сердечная мышца, при отсутствии признаков воспаления. Случаи

кардиомиопатии можно подразделить на идиопатические и вторичные заболевания. Идиопатическую кардиомиопатию, исходя из данных патанатомии и физиологии, можно также подразделить на дилатационную, гипертрофическую и смешанного типа [3]. Этиология данных заболеваний в настоящее время достоверно неизвестна, однако накоплено значительное количество экспериментальных и статистических данных, свидетельствующих в пользу генетических факторов в развитии кардиомиопатий у некоторых пород кошек и собак.

Результаты и обсуждение. В настоящее время известен ряд генетических мутаций, повышающих риск развития дилатационной кардиомиопатии у собак пород доберман-пинчер, манчестерский терьер, гипертрофической кардиомиопатии у кошек пород мейн-кун и рэгдолл. Активно ведутся исследования, направленные на поиск ранее неизвестных генетических факторов в развитии и протекании данных заболеваний.

Семейная дилатационная кардиомиопатия – это первичное заболевание миокарда, которое может привести к развитию застойной сердечной недостаточности и внезапной сердечной смерти. Существуют спонтанные модели семейной дилатационной кардиомиопатии у животных, и доберман-пинчер является одной из наиболее подверженных данному заболеванию пород собак. Целью исследования, проведенного учеными из Германии и США, являлась оценка семейной дилатационной кардиомиопатии у собаки доберман-пинчер с использованием общегеномного ассоциативного исследования генетических изменений, связанных с развитием этого заболевания у данной породы собак. Общегеномный анализ ассоциации выявил область статистической значимости на 14 хромосоме собаки ($p_{\text{raw}} = 9,999\text{e-}05$ с поправкой на общегеномную значимость), точное картирование дополнительных SNP, фланкирующих эту область, локализовало сигнал на 23,774,190–23,781,919 ($p = 0,001$), а секвенирование ДНК выявило делецию из 16 пар оснований в 5' сайт донорского срачивания интрона 10 гена киназы 4 пируватдегидрогеназы у пораженных собак ($p < 0,0001$). Электронная микроскопия миокарда пораженных собак продемонстрировала дезорганизацию линии Z, легкое или умеренное расширение Т-канальцев и саркоплазматического ретикулума, выраженные плеоморфные изменения митохондрий с мегамитохондриями, рассеянные митохондрии со скручиванием и вакуолизацией и незначительные агрегаты гранул липофусцина. В заключение, было сообщено об идентификации делеции места сплайсинга в гене PDK4, которая связана с развитием семейной дилатационной кардиомиопатии у собаки доберман-пинчер [5].

Однако, генетическая гетерогенность существует и у этого вида, и не у всех пораженных собак есть вариант PDK4. Было выполнено полногеномное секвенирование семейства доберман-пинчеров с дилатационной кардиомиопатией и синдромом внезапной смерти без варианта PDK4. Был идентифицирован патологический миссенс-вариант гена *titin*, расположенный в иммуноглобулиноподобном домене в области, охватывающей I-полосу молекулы, и он был высоко ассоциирован с заболеванием ($p < 0,0001$). В исследовании был идентифицирован вариант гена *titin*, высоко ассоциированный с заболеванием, в развитии этой модели дилатационной кардиомиопатии у собак. Этот вариант семейной дилатационной кардиомиопатии имеет много общего с заболеванием человека, включая способ наследования, клиническую картину, генетическую гетерогенность и патологический вариант гена *titin* [4]. Собака является отличной моделью для улучшения понимания генотипических фенотипических взаимосвязей, пенетрантности, экспрессии и патофизиологии вариантов гена *titin*.

Синдром внезапной смерти часто имеет генетическую основу. Собаки породы манчестерский терьер представляют собой естественную модель синдрома внезапной смерти, при этом внезапная смерть щенков является проявлением наследственной дилатационной кардиомиопатии (ДКМП). Исследователи Колледжа ветеринарной медицины Университета Миннесоты провели общегеномное исследование ассоциации синдрома внезапной смерти и ДКМП у собак породы манчестерский терьер и идентифицировали локус восприимчивости, содержащий ген сердечного АТФ-чувствительного калиевого канала ABCC9. Секвенирование по Сэнгеру выявило вариант ABCC9 p.R1186Q, присутствующий в гомозиготном состоянии у всех собак, пораженных дилатационной кардиомиопатией/синдромом внезапной смерти, выборка состояла из 26 животных. Ни одно из генотипированных контрольных животных (398 особей) не было гомозиготным по этому варианту, но 69 были гетерозиготными носителями, что согласуется с аутосомно-рецессивным наследованием с полной. Этот вариант существует с низкой частотой в человеческих популяциях (rs776973456), клиническая значимость которого ранее считалась неопределенной. Результаты этого исследования подтверждают, что ABCC9 является геном предрасположенности к синдрому внезапной смерти/дилатационной кардиомиопатии и подчеркивает потенциальное применение моделей на собаках для прогнозирования клинической значимости вариантов у человека [6].

Гипертрофическая кардиомиопатия (ГКМП) характеризуется аномальным увеличением массы миокарда, которое влияет на структуру и функцию сердца. ГКМП является распространенным наследственным сердечно-сосудистым заболеванием у людей (0,2 %) и наиболее распространенным сердечно-сосудистым заболеванием у кошек (14,7 %). Фенотип ГКМП у кошек очень похож на фенотип, обнаруженный у людей, но временные рамки развития заболевания значительно короче. При ее лечении используются аналогичные терапевтические средства, и она имеет те же осложнения, такие как сердечная недостаточность, тромбоэмболия и внезапная сердечная смерть. В отличие от людей, у которых были идентифицированы тысячи генетических вариантов, генетические исследования у кошек были ограничены фрагментарным анализом двух саркомерных генов, идентифицирующих два варианта в MYBPC3 и один в MYH7. Два из этих вариантов также были связаны с заболеванием человека [1]. Высокая распространенность зарегистрированных вариантов у незараженных кошек препятствует предположению об их патогенности у гетерозигот.

Заключение. Дилатационная кардиомиопатия представляет собой гетерогенную группу заболеваний сердца, на развитие и течение которых большое влияние оказывают генетические факторы. ДКМП встречается с высокой распространенностью у нескольких крупных пород собак. Ветеринарные кардиологи интенсивно изучают специфическую форму ДКМП у доберман-пинчера, характеризующуюся аритмиями и/или эхокардиографическими изменениями, в том числе генетические основы данного заболевания [4]. В ходе изучения этиологии гипертрофической кардиомиопатии кошек также были выявлены генетические факторы, влияющие на проявление данного заболевания. Близкое сходство в фенотипе и генотипе между кошками и людьми делает кошку отличной моделью для патофизиологического изучения заболевания и будущих терапевтических средств. Все вышеперечисленное указывает на необходимость дальнейших комплексных генетических исследований, результаты которых могут быть востребованы в ветеринарии и в медицине.

Библиографический список

1. Генетика гипертрофической кардиомиопатии кошек / Хиль-Ортуньо С., Себастьян-Маркос П., Сабатер-Молина М. [и др.]. – Текст: непосредственный // Clin Genet. 2020. № 3. С. 203-214.
2. Локус на хромосоме 5 связан с дилатационной кардиомиопатией у доберман-пинчеров / Маусберг Т.Б., Весс Г., Келлер Дж. [и др.]. // PLoS One: электронный журнал. 2011. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0020042>
3. Мартин М. Кардиореспираторные заболевания собак и кошек / М. Мартин, Б. Коркорэн. – М. : «Аквариум-Принт». 2014. 496 с. – ISBN 978-5-4238-0281-8.
4. Миссенс-вариант гена titin у собак породы доберман-пинчер с семейной дилатационной кардиомиопатией и внезапной сердечной смертью / Meurs, K.M., Friedenberg, S.G., Kolb, J. et al. – Текст: непосредственный // Hum Genet. 2019. № 138. С. 515-524.
5. Мутация сайта сращивания в гене, кодирующем PDK4, митохондриальный белок, связана с развитием дилатационной кардиомиопатии у доберман-пинчера / Мерс К.М., Ламерс С., Кин Б.В. [и др.]. – Текст: непосредственный // Hum Genet. 2012. № 131. С. 1319-1325.
6. Furrow E., Tate N., Minor K., Martinson S., Larrabee S., Anttila M., Sleeper M., Henthorn P. An ABCC9 Missense Variant Is Associated with Sudden Cardiac Death and Dilated Cardiomyopathy in Juvenile Dogs // Genes: электронный журнал. 2023. URL: <https://www.mdpi.com/2268472>.

ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПРИ УМСТВЕННОЙ НАГРУЗКЕ СТУДЕНТОВ НА ЗАНЯТИЯХ ПО МИКРОБИОЛОГИИ

**Рахимжанова Ф.С., кандидат медицинских наук, доцент, ассоциированный профессор,
Разакова Н.Г., магистр педагогических наук
НАО «Медицинский университет Семей», г. Семей, Республика Казахстан**

Введение. Недостаток сна, умственное переутомление и т. д. в период подготовки к экзамену студента нарушают механизмы психической, вегетативно-гормональной и сердечно-сосудистой систем организма, что приводит к изменению динамики восприятия и мышления. По результатам исследований последних лет установлено, что стресс во время экзамена отрицательно влияет на сердечно-сосудистую, нервную и иммунную системы студентов, вызывает нарушения генетической информации и увеличивает вероятность развития онкологических заболеваний. Последствия длительного эмоционального переутомления стимулируют симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы, а нарушения вегетативного гомеостаза также приводят к чрезмерному повышению артериального давления. Поэтому стресс перед экзаменом является фактором, угрожающим организму студента, и является одной из наиболее актуальных проблем на сегодняшний день.

Целью настоящего исследования является определение показателей изменений сердечно-сосудистой системы при психических нагрузках студентов.

В ходе реализации поставленной цели были решены следующие задачи:

- Исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы студентов во время ежедневных занятий,
- Исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы студентов перед экзаменом,
- анализ показателей, полученных в результате исследования.

Материалы и методы. 1 Материалы (объекты) исследования вегетативных показателей: В целях реализации поставленных задач - НАО «Медицинский университет Семей», Экспериментальные исследования проводились на базе кафедры микробиологии им. профессора М. М. Уразалина. В качестве испытуемых приняли участие 140 студентов (60 девушек, 80 юношей) стоматологического факультета.

2 курса. Средний возраст студентов 2 курса составил 18, 19, 20 лет. Эксперимент проводился во время ежедневных занятий и перед ОСПЭ. 2 Методика изучения вегетативных показателей: Во время исследования:

1. Измерялись показатели YYY, SAC, DAC
2. Определяли гемодинамические показатели: Пульсовое давление (АД).

Экспериментальные исследования проводились в 2 этапа:

- 1- период – на занятиях,
- 2- период – во время ОСПЭ,

Важнейшим показателем, характеризующим функциональное состояние системы кровообращения, является артериальное давление. Систолический (максимальный) и диастолический (минимальный) уровни показателей артериального давления весьма чувствительны к изменениям сердечной деятельности.

Результаты и обсуждение. В результате исследования были обнаружены различия между ежедневными занятиями и показателями, полученными до ОСПЭ. При ежедневных занятиях частота пульса у девочек 2-го курса была равна $72,2,5 \pm \text{уд/мин}$, до ОСПЭ $\pm 83,4,2 \text{ уд/мин}$. А в группе мальчиков, обучающихся на занятиях на 2-м курсе, она равнялась $75 \pm 3,7 \text{ уд/мин}$, до ОСПЭ она была равна $78 \pm 3,6 \text{ уд/мин}$.

При измерении систолического артериального давления (САД) у девочек второго курса этот показатель составил $110 \pm 3,5 \text{ мм рт. ст.}$ при ежедневных занятиях. при равенстве по показателям, полученным до обследования, САД составляет $116,03,25 \pm \text{мм рт.ст.}$ сформировался. А у мальчиков второго курса САД составляло $119,0 \pm 3,1 \text{ мм рт.ст.}$ в обычный учебный день, а у мальчиков перед экзаменом — $128,0 \pm 5,9 \text{ мм рт.ст.}$ был равным. У студентов 2 курса показатель САД перед экзаменом увеличился по сравнению с обычным днем. Показатели САД были выше у мальчиков, обучающихся на 2-м курсе перед экзаменом. Причем индекс САД у девочек был ниже, чем у мальчиков.

Диастолическое артериальное давление (ДАД) у девочек-второкурсников при ежедневных занятиях составляет $62,1,8 \pm \text{мм рт. ст.}$ был равным. А по результатам, полученным при обследовании ОСПЭ, ДАД у девочек составляет $65 \pm 1,3 \text{ мм рт.ст.}$ был. Диастолическое артериальное давление у мальчиков-второкурсников при ежедневных занятиях составляет $81,2 \pm 3,2 \text{ мм рт.ст.}$ 84 Перед экзаменом $\pm 2,6 \text{ мм рт.ст.}$ сформировался. Полученные показатели

Согласно полученным результатам, учебный процесс не представляет большой угрозы здоровью студентов 2 курса стоматологического факультета. Но по некоторым показателям мы видим, что студенты истощены в результате стресса. То есть по результатам

успеваемость студентов 2 курса на экзамене оказалась выше успеваемости на ежедневных занятиях.

Заключение. По результатам полученных показателей следует отметить, что студенты испытывают эмоциональное напряжение во время ежегодного экзамена ОСПЭ. Подводя итоги исследования, можно сказать, что увеличение учебной нагрузки вызывает повышенное нервно-эмоциональное напряжение в организме студентов 2 курса. Из этого можно отметить, что студенты, обучающиеся на 2 курсе, еще не полностью адаптированы к вузу.

Библиографический список

1. Доклад ВОЗ о состоянии здравоохранения в мире: «Уменьшение риска, содействие здоровому образу жизни». ВОЗ 2002
2. Никитин Е.Н., Корепанов А.М., Якимова Е.Г. ЖДС у жителей Удмуртской Республики //Гематология и трансфузиология. 1999. Т.44, №17. С.27-30.
3. Хабижанов Б.Х, Хамзин С.Х, Х2 , Педиатрия:окулык/Б.Х.Хабижанов, С.Х.Хамзин 3-ші бас.-Алматы, 2012, 2 том.-687 бет, ISBN 978-601-246-365-1, «Қан жүйесінің аурулары» 193-331 бет.

ОСЬ МИКРОБИОТА-КИШЕЧНИК-МОЗГ И НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ: БОЛЕЗНЬ ПАРКИНСОНА

Чащина В.И., Прощенко Д.А.

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Екатеринбург, Россия

Введение. Известно, что микробиота и её метаболиты способствуют возникновению и передаче нервных и эндокринных сигналов, влияющих на отдаленные органы и ткани [1, 5-7]. Таким образом, микробиота выполняет такие функции, как регуляция энергетического баланса (потребление, расход энергии, метаболизм глюкозы), [1, 6] а также другие, которые зависят от нервной системы, включая когнитивные функции, настроение и поведение (ось «микробиота-кишечник-мозг») [5, 7]. Растущее количество исследований свидетельствует о том, что ось микробиота–кишечник–мозг не только влияет на когнитивные способности мозга и психиатрические симптомы, но и провоцирует нейродегенеративные заболевания, такие как болезнь Паркинсона (БП), [3, 4, 7-9] болезнь Альцгеймера (БА), и рассеянный склероз (РС) [7,8]. Согласно оси кишечник–мозг, существует три пути, по которым микробиота кишечника может взаимодействовать с мозгом, включая эндокринный, нервный и иммунный пути [7].

Цель исследования: дать краткий обзор механизмов, участвующих в коммуникации между кишечной микробиотой и мозгом, и того, как это способствует провокации нейровоспалению и нейродегенерации.

Материалы и методы. Проведено систематическое обзорное исследование источников литературы, опубликованных в международных базах цитирования Pubmed, Web of Science, Google Scholar, Scopus за период с 2017 по 2024 год. Ключевые слова для поиска включали: микробиота кишечника, ось кишечник-мозг, нейродегенеративные заболевания,

болезнь Паркинсона, gut microbiota, gut-brain axis, neurodegenerative diseases, Parkinson's disease, их комбинации, и другие термины, связанные с темой исследования. Исследования, отвечающие следующим критериям включения, были включены в обзор: опубликованы в рецензируемом журнале, исследовали взаимосвязь между составом микробиоты, функцией кишечника, состоянием мозга и возникновением нейродегенеративных заболеваний, содержали оригинальные данные о клинических исходах. В качестве приоритетных рассматривались рандомизированные контролируемые и качественные исследования. Для оценки качества исследований использовался модифицированный инструмент оценки риска смещения (Modified Jadad Scale). Результаты были проанализированы описательно и, при возможности, обобщены количественно с использованием метаанализа. Полученные данные были критически оценены с учетом методологических особенностей исследований, их релевантности, с целью обеспечения обобщенного понимания данной темы и стимулирования дальнейших исследований.

Результаты и обсуждение. Исследования ряда авторов [1, 3, 5-8] рассматривают микробиом и ось «кишечник-мозг». Двухнаправленная передача сигналов между микробиотой кишечника, кишечником и мозгом происходит через нейронные пути, включающие как центральную, так и энтеральную нервную системы в дополнение к кровеносной системе. Последнее включает вовлечение оси гипоталамо-гипофиз-надпочечники, регуляторов иммунной системы, гормонов, бактериальных метаболитов, таких как короткоцепочечные жирные кислоты (SCFA), и нейротрансмиттеры. Доклинические исследования доказали влияние кишечной микробиоты на ноцицептивные рефлексy, питание, эмоциональное и социальное поведение, реакцию на стресс и нейрохимию мозга [1, 7, 8]. SCFA, продуцируемые кишечной микробиотой, влияют на целостность гематоэнцефалического барьера (ГЭБ), увеличивая выработку белков плотного соединения claudin-5 и occludin. Увеличение целостности ГЭБ ограничивает проникновение нежелательных метаболитов в ткани мозга. Соединения, в совокупности известные как микроб-ассоциированные молекулярные паттерны (например, липополисахарид, бактериальный липопроtein, флагеллин и др.), продуцируемые микробиотой кишечника, влияют на нейроиммунную функцию, стимулируя высвобождение цитокинов, таких как TNF α , IL-6 и IL-1 β , из врожденных иммунных клеток, таких как дендритные клетки, макрофаги и нейтрофилы. Эти цитокины могут пересекать ГЭБ и активировать микроглию и нейроны, что приводит к изменению неврологической функции, что может привести к изменению настроения и поведения [7, 8].

Микробиота прямо или косвенно участвует в синтезе нейроактивных соединений, включая различные нейротрансмиттеры (серотонин, дофамин, γ -аминомасляная кислота (ГАМК) и т. д.), которые влияют на функции мозга, поведение, метаболизм и иммунитет [5, 7, 8]. Влияние микробиоты на синтез серотонина особенно актуально, поскольку до 90% этого нейромедиатора, который выполняет ключевые функции на центральном и периферическом уровне, синтезируется в кишечнике. На уровне центральной нервной системы серотонин является ключевым в регуляции настроения, аппетита и когнитивных функций, а на уровне кишечника регулирует воспаление и моторику. Микробиота кишечника может быть вовлечена как в снижение уровня серотонина (из-за его способности метаболизировать триптофан), так и в его выработку путем стимуляции экспрессии генов хозяина (триптофана-1-гидроксилазы), участвующих в его синтезе, возможно, через стимулирующее действие SCFA. Дисрегуляция серотонинергической системы также связана

с хроническими воспалительными заболеваниями и ожирением, вызванным диетой [1, 5]. Микробная модуляция биосинтеза серотонина и экспрессии рецепторов смягчает воспаление кишечника и депрессивные симптомы [5]. Различные кишечные бактерии кодируют тирозиназы, способные превращать тирозин в L-дигидроксифенилаланин (L-DOPA), что, в свою очередь, приведет к синтезу катехоламинов, таких как дофамин, норадреналин и адреналин. Дофамин играет важную роль в системе вознаграждения, участвует в регуляции пищевого поведения, а также в настроении. С другой стороны, микробиота некоторых лиц может разлагать препарат L-DOPA, снижая его биодоступность и эффективность его использования при лечении болезни Паркинсона [5].

Li W. и его коллеги [3] сообщили, что у животных, лишенных фактора дендритных клеток (мембранного белка, участвующего в развитии нервной системы), наблюдались поведенческие изменения, типичные для болезни Паркинсона, и изменения в микробиоте кишечника. Более того, у грызунов наблюдался нарушенный оборот дофамина в различных частях мозга [3].

Большое количество фактических данных свидетельствует о двунаправленном взаимодействии между кишечником и мозгом в отношении патологии, связанной с α -синуклеином. α -синуклеин накапливается в нейронах как головного мозга, так и вегетативной нервной системы [8]. Было высказано предположение, что желудочно-кишечный тракт может быть ответственен за распространение болезни Паркинсона, поскольку включения α -синуклеина могут сначала появляться в кишечной нервной системе и только позже они передаются в центральную нервную систему через языкоглоточный или блуждающий нервы [8].

Недавнее открытое неконтролируемое исследование, проведенное Hegelmaier T. et al. [2], показало, что 14-дневная оволактовегетарианская диета, сопровождающаяся очищением кишечника в течение 8 дней у пациентов с болезнью Паркинсона, может улучшить их двигательные нарушения, снизить потребность в медикаментах и изменить микробиом кишечника (в частности, снизить численность Clostridiaceae).

В рандомизированном двойном слепом плацебо-контролируемом клиническом исследовании Tamtaji et al. [9] сообщили, что 12-недельное потребление нескольких пробиотиков (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus reuteri* и *Lactobacillus fermentum*) может улучшить двигательные нарушения у пациентов с болезнью Паркинсона, но также это оказывает положительное влияние на метаболизм инсулина, маркеры воспаления и маркеры окислительного стресса. Также имеется несколько доказательств того, что прием пробиотиков может улучшить немоторные симптомы со стороны желудочно-кишечного тракта у пациентов, страдающих болезнью Паркинсона [9].

Подводя итог, можно сказать, что участие оси кишечник-мозг и кишечной микробиоты в патофизиологии болезни Паркинсона сегодня является хорошо известной концепцией. Обогащение Verrucomicrobiaceae, Bifidobacteriaceae, Ruminococcaceae, Christensenellaceae и Akkermansia, а также истощение Prevotellaceae, Faecalibacterium и Lachnospiraceae у пациентов с болезнью Паркинсона являются наиболее последовательными изменениями микробиоты кишечника во всем мире [4]. Более того, лечение, ориентированное на кишечную микробиоту, может открыть новые возможности для лечения желудочно-кишечных изменений и двигательных симптомов при болезни Паркинсона, хотя данные клинических исследований о благоприятном воздействии пребиотиков, пробиотиков все еще очень ограничены. Важным наблюдением является то,

что кишечная микробиота человека метаболизирует леводопу и, таким образом, может влиять на ее биодоступность и эффективность. Идентификация бактерий, которые метаболизируют леводопу до дофамина (*Enterococcus faecalis*) и дофамин до м-тирамина (*Eggerthella lenta*) [4], прокладывает путь к персонализированной медицине и открытию биомаркеров для прогнозирования эффективности леводопы и побочных эффектов у пациентов с болезнью Паркинсона.

Заключение. Полученные результаты убедительно свидетельствуют о наличии последовательной причинно-следственной связи между кишечной микробиотой, нейровоспалением и нейродегенерацией, а устойчивая иммунная дисрегуляция и разрушение ГЭБ являются наиболее важными механизмами, лежащими в основе инициации и прогрессирования нейродегенеративных заболеваний. Хотя сообщалось, что несколько подходов, разработанных для лечения дисбактериоза кишечной микробиоты и барьерной дисфункции, оказались эффективными, их долгосрочные эффекты в профилактике заболеваний и здоровом старении требуют дальнейшего изучения.

Библиографический список

1. Барканова К. В., Чашина В. И., Прощенко Д. А., Копосова О. В. Влияние диеты на качественный и количественный состав микробиоты человека//Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения: Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов, Екатеринбург, 19–20 апреля 2023 года. С. 3219-3224.
2. Hegelmaier T. et al. Interventional influence of the intestinal microbiome through dietary intervention and bowel cleansing might improve motor symptoms in Parkinson's disease //Cells. – 2020. №9(2). P. 376.
3. Li W. et al. Dcf1 deletion presents alterations in gut microbiota of mice similar to Parkinson's disease //Biochemical and Biophysical Research Communications. 2020. №529(4). P. 1137-1144.
4. Lorente-Picón M., Laguna A. New avenues for Parkinson's disease therapeutics: disease-modifying strategies based on the gut microbiota//Biomolecules. 2021. №11(3). P. 433.
5. Margolis K.G., Cryan J.F., Mayer E.A. The Microbiota-Gut-Brain Axis: From Motility to Mood//Gastroenterology. 2021. №160(5). P. 1486-1501.
6. Mohajeri M.H., Brummer R.J.M., Rastall R.A., et al. The role of the microbiome for human health: from basic science to clinical applications// Eur. J. Nutr. 2018. №57. P. 1-14.
7. Mou Y., Du Y., Zhou L., et al. Gut Microbiota Interact With the Brain Through Systemic Chronic Inflammation: Implications on Neuroinflammation, Neurodegeneration, and Aging//Frontiers in immunology. 2022. №13. P. 796288.
8. Socała K. et al. The role of microbiota-gut-brain axis in neuropsychiatric and neurological disorders //Pharmacological Research. 2021. №172. P. 105840.
9. Tamtaji O. R. et al. Clinical and metabolic response to probiotic administration in people with Parkinson's disease: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial //Clinical Nutrition. 2019. №38(3). P. 1031-1035.

Научное издание

МАТЕРИАЛЫ
III МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ
МИКРОБИОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ»

Рязань, 27-28 мая 2024 г.

Подписано в печать 15.07.2024. Дата выхода в свет 29.07.2024.
Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 8,37. Уч.-изд. л. 9,23.
Бумага ксероксная. Печать ризографическая. Тираж 100 экз.

ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России
390026, г. Рязань, ул. Высоковольная, 9

Отпечатано в типографии Book Jet
390005, г. Рязань, ул. Пушкина, д. 18
Сайт: <http://bookjet.ru> e-mail: info@bookjet.ru
Тел.: +7(4912) 466-151