

В сборнике опубликованы материалы XV Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Курского государственного медицинского университета и памяти профессора Л.П. Лазуриной, проходившей в Курском государственном медицинском университете 13 ноября 2025 г.



БИОТЕХНОЛОГИЯ И БИОМЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ: сборник научных трудов
по материалам XV Международной научно-практической конференции, (13 ноября 2025 года)



КУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
KURSK STATE MEDICAL UNIVERSITY



1935-2025
ЛЕТ
КГМУ

СБОРНИК

XV МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ

«БИОТЕХНОЛОГИЯ И БИОМЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»

*посвященная 90-летию
Курского государственного медицинского
университета
и памяти профессора Л.П. Лазуриной*

13 ноября 2025 года г. КУРСК

ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет»
Минздрава России, г. Курск, Россия

Кафедра биологической и химической технологии КГМУ
НИИ генетической и молекулярной эпидемиологии КГМУ
Кафедра микробиологии, вирусологии, иммунологии КГМУ

Самаркандский государственный медицинский университет,
г. Самарканд, Узбекистан

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
г. Гродно, Беларусь

Полесский государственный университет, г. Пинск, Брестская обл., Беларусь

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, Россия

ФГБУ «НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России, г. Москва, Россия



СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
по материалам
XV Международной научно-практической конференции
«БИОТЕХНОЛОГИЯ
И БИМЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»,
посвященной 90-летию
Курского государственного медицинского университета
и памяти профессора Л.П. Лазуриной
13 ноября 2025 года



Курск – 2025

УДК 66.1
ББК 30.16
Б 63

Публикуется по решению
редакционно-издательского совета
ФГБОУ ВО КГМУ
Минздрава России

Редакционная коллегия:

проректор по научной работе и инновационному развитию **В.А. Липатов**
заведующий кафедрой биологической и химической технологии, д.м.н., доцент
Азарова Ю.Э.

Компьютерная верстка:

старший преподаватель кафедры биологической и химической технологии
И.Ю. Леонидова

Биотехнология и биомедицинская инженерия: сборник научных трудов по материалам XV Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Курского государственного медицинского университета и памяти профессора Л.П. Лазуриной (13 ноября 2025 года) – Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2025. – 526 с.

ISBN 978-5-00261-740-1

Сведения и материалы, изложенные в данных публикациях, не обязательно отражают точку зрения редакционной коллегии. За представленную информацию несут ответственность авторы.

В сборнике опубликованы материалы XV Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Курского государственного медицинского университета и памяти профессора Л.П. Лазуриной, проходившей в Курском государственном медицинском университете 13 ноября 2025 г.

ISBN 978-5-00261-740-1

УДК 66.1
ББК 30.16

© Коллектив авторов, 2025
© ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

I. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ: ПРОБЛЕМЫ И ДОСТИЖЕНИЯ	19
<i>Атреньева Л.В.</i> РОЛЬ ИМИТАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ СОВРЕМЕННОГО БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ	19
<i>Архипова М.Ю.</i> УЛУЧШЕНИЕ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОСТИ ОБУЧЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГОВ	21
<i>Лаптев С.В.</i> ВЫЗОВЫ И ДОСТИЖЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В МОСКОВСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ ИМЕНИ К. И. СКРЯБИНА	23
<i>Завидовская К.В.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БАКАЛАВРОВ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ «БИОТЕХНОЛОГИЯ» И «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»: ОПЫТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КАФЕДРЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ КГМУ С РАБОТОДАТЕЛЯМИ	25
<i>Скляренко С.А.</i> НОВЫЕ РОССИЙСКО-КИТАЙСКИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ В ОБЛАСТИ ПИЩЕВОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ	27
<i>Орлов Д.В., Рябитченко А.В., Милосин В.Е.</i> БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ЭПОХУ ИННОВАЦИЙ: ВЫЗОВЫ И ПУТИ ВПЕРЕД	29
<i>Туманова Л.Н.</i> ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ НА ЯЗЫКЕ-ПОСРЕДНИКЕ НА МЕДИЦИНСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЯХ В ВУЗЕ	31
<i>Едноровская О.В., Завидовская К.В.</i> ФОРМИРОВАНИЕ АКТИВНОЙ ГРАЖДАНСКОЙ ПОЗИЦИИ И ПАТРИОТИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ В СТУДЕНЧЕСКОЙ СРЕДЕ	34
<i>Едноровская О.В., Завидовская К.В.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ И ГРАМОТНОСТИ У СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЕЖИ	35
<i>Едноровская О.В.</i> КУЛЬТУРНО- ТВОРЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ВОСПИТАНИИ СТУДЕНТОВ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА	37
II. МЕДИЦИНСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ	39
<i>Ан.А. Богданов, В.М. Моисеенко, А.А. Богданов</i> РАЗРАБОТКА МИКРОФЛЮИДНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОПУХОЛЕВОГО МИКРООКРУЖЕНИЯ И ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО СКРИНИНГА ТЕРАПИЙ	39
<i>Мезенцева Н.И.</i> БИОТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАНСКРИПТАНТОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОГРАММЕ «ВЫЯВЛЕНИЕ РНК SARS-COV-2 МЕТОДОМ ПЦР»	41
<i>Ерохова А.С., Тухватулин А.И., Джаруллаева А.Ш., Ижаева Ф.М., Унгур А.С., Логунов Д.Ю., Гинцбург А.Л.</i> РЕШАЮЩАЯ РОЛЬ АРИЛ-УГЛЕВОДОРОДНОГО РЕЦЕПТОРА В ПРОТЕКТИВНОМ ЭФФЕКТЕ БУТИРАТА ПРИ DSS-ИНДУЦИРОВАННОМ КОЛИТЕ У МЫШЕЙ	43
<i>Никонова А.Э., Евграфова Э.А., Зайкова О.Н., Лосич М.А.</i> РАЗРАБОТКА ВЕКТОРНОЙ АНТИРАБИЧЕСКОЙ ВАКЦИНЫ НА ОСНОВЕ РЕКОМБИНАНТНОГО АДЕНОВИРУСА	45
<i>Митусова К.А., Богданов А.А., Моисеенко В.М.</i> МОДИФИКАЦИЯ НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ ПОЛИМЕРНО-ЛИПИДНОЙ ОБОЛОЧКОЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРАПИИ МЕЛАНОМЫ	48

<i>Ежова П.Н., Ожаровская Т.А., Попова О., Щербинин Д.Н., Зубкова О.В., Щебляков Д.В., Логунов Д.Ю.</i> ПОЛУЧЕНИЕ РЕКОМБИНАНТНЫХ АДЕНОВИРУСОВ ЧЕЛОВЕКА 2-ГО ТИПА, ЭКСПРЕССИРУЮЩИХ ГЕНЫ РАЗЛИЧНЫХ АНТИГЕНОВ ВИРУСА АФРИКАНСКОЙ ЧУМЫ СВИНЕЙ	50
<i>Беляев Г.Д.</i> ВЛИЯНИЕ СОЧЕТАННОЙ СТИМУЛЯЦИИ TOLL- И NOD-ПОДОБНЫХ РЕЦЕПТОРОВ НА СБОРКУ ИНФЛАММАСОМЫ	52
<i>Семикина Е.В., Азарова Ю.Э., Полоников А.В.</i> СИНЕРГИЗМ КУРЕНИЯ И ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА <i>MUTYH</i> В ФОРМИРОВАНИИ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ К САХАРНОМУ ДИАБЕТУ 2 ТИПА	55
<i>Семикина Е.В., Азарова Ю.Э., Полоников А.В.</i> АЛГОРИТМ РАЗРАБОТКИ СПОСОБОВ ГЕНОТИПИРОВАНИЯ SNPS ЧЕЛОВЕКА НА ПРИМЕРЕ rs1052133 (C>G) ГЕНА <i>OGG1</i>	59
<i>Кравцов И.Н., Тутьихина И.Л., Карташова А.В., Данилова К.В., Соловьёв А.И., Бурмистрова Д.А.</i> БАКУЛОВИРУСНАЯ СИСТЕМА ПРОДУКЦИИ РЕКОМБИНАНТНЫХ БЕЛКОВ <i>IN VIVO</i> В ЛИЧИНКАХ <i>GALLERIA MELLONELLA</i>	59
<i>Полянский Д.С., Рябова Е.И., Деркаев А.А., Щебляков Д.В., Карпов А.П., Есмагамбетов И.Б.</i> РАЗРАБОТКА И МАСШТАБИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ КЛЕТОЧНЫХ ЛИНИЙ, ПРОДУЦИРУЮЩИХ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ОДНОДОМЕННЫЕ АНТИТЕЛА	61
<i>Рябова Е. И., Довгий М.А., Деркаев А.А., Хоссаин Р.М., Носков А.Н., Должикова И.В., Щебляков Д.В., Есмагамбетов И.Б.</i> ДОСТАВКА ГЕНОВ АНТИТЕЛ С ПОМОЩЬЮ РЕКОМБИНАНТНЫХ АДЕНОАССОЦИИРОВАННЫХ ВИРУСОВ КАК СТРАТЕГИЯ ПАССИВНОЙ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИММУНИЗАЦИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	63
<i>Ижаева Ф.М., Тухватулин А.И., Джаруллаева А.Ш., Ерохова А.С., Логунов Д.Ю.</i> ДОЛГОСРОЧНЫЙ ИММУННЫЙ ОТВЕТ НА ВАКЦИНУ СПУТНИК ЛАЙТ В ПОПУЛЯЦИИ НЕИНФИЦИРОВАННЫХ И ИНФИЦИРОВАННЫХ SARS-COV-2 ДОБРОВОЛЫЦЕВ	65
<i>Алексин А.А.</i> БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К КОНСТРУИРОВАНИЮ МЕДСРЕДСТВА ПО ДЕГРАДАЦИИ ОПУХОЛЕВИДНЫХ ИНФИЛЬТРАТОВ СПИННЫХ МЫШЦ У ДЕТЕЙ БОЛЬНЫХ ПРОГРЕССИРУЮЩЕЙ ОССИФИЦИРУЮЩЕЙ ФИБРОДИСПЛАЗИЕЙ (ФОП)	66
<i>Князев А.В.</i> ТАРГЕТНАЯ ДЕГРАДАЦИЯ БЕЛКА: НОВЫЕ СТРАТЕГИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА «UNDRUGGABLE» МИШЕНИ	68
<i>Mauro Luisetto, Khaled Edbey, Ahmadabadi B. Nili, Oleg Yu. Latyshev</i> mRNA PURIFICATION: TECHNOLOGY ASPECTS AND IMPURITIES TFF, CHROMATOGRAPHY, UF/DF (RESINS, MAGNETIC BEADS, MONOLITHS)	71
<i>Писарева А.А., Петров А.Д., Чернявская А.А., Юрченко А.Д.</i> ТАРГЕТНАЯ ТЕРАПИЯ ГЛИОБЛАСТОМЫ ШТАММОМ <i>SHIGELLA FLEXNERI</i>	72
<i>Скрыльникова М.А., Петухова Н.В., Храмчихин А.В., Чутко А.Л.</i> НОВЫЙ МОРФОЛИНОПИРИМИДИНОВЫЙ СКАФФОЛД КАК ОСНОВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИНГИБИТОРОВ R13K	73
<i>Суслова А.С., Яздурдыев Б., Болотникова Т.А., Владимиров И.А., Болотникова О.И., Павлова О.А., Воробьев К.В., Крылова Д.Д., Богомаз Д.И.</i> ОЦЕНКА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ	

ХАРАКТЕРИСТИК ПЦР ТЕСТ-СИСТЕМЫ ДЛЯ ГЕНОДИАГНОСТИКИ ДЕФИЦИТА ПИРУВАТКИНАЗЫ <i>FELIS CATUS</i>	75
Глянцева Л.А., Воронина С.П., Бушуева О.Ю. РОЛЬ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ВАРИАНТА RS11031729 (<i>TNEM7P</i> , <i>WT1</i>) В ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ К МИОМЕ МАТКИ У ЖЕНЩИН ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ.....	76
III. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОТЕХНОЛОГИИ	78
Александрова Д.Р. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЗАКВАСКАХ ПУТЕМ ОБОГАЩЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫМИ ЭКСТРАКТАМИ.....	78
Кузьмин В.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ТЕТРАЦИКЛИНА С БИОЛОГИЧЕСКИМИ МИШЕНЯМИ.....	79
Антонова Е.И., Фирсова Н.В., Ачилов А.Б., Торутанов П.С. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ РЕКОМБИНАНТНОГО ХИМОЗИНА <i>CAMELUS DROMEDARIUS</i> В ЭКСПРЕССИОННОЙ СИСТЕМЕ <i>PICHIA PASTORIS</i>	80
Джалолов И.И., Литовка Ю.А., Сушкин Н.Г., Арканова М.Е., Павлов И.Н. ГЛУБИННОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ АРКТИЧЕСКОГО ШТАММА <i>MORTIERELLA BAINIERI</i> ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИПИДНОЙ БИОМАССЫ.....	81
Логинова М.И., Николаенко А.А., Суханова И.М., Яникеева Т.С. ПРИМЕНЕНИЕ БАКТЕРИОФАГОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ.....	84
Андреев Д.П., Недосекин Р.А., Андреев П.Ю. ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ЛИОФИЛИЗАЦИИ СУСПЕНЗИИ КОЛЛАГЕНА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЛЛАГЕНОВОЙ ГУБКИ.....	86
Евдокименко А.Ю., Мораева М.В. ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ ПОЛИМЕРНЫХ ЧАСТИЦ С БЕЛКАМИ.....	88
Китаева Я.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ И МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА РОСТ ГРИБА <i>ASPERGILLUS ORYZAE</i> НА ТВЁРДОМ СУБСТРАТЕ ИЗ СОЕВОЙ ОБОЛОЧКИ.....	90
Завидовская К.В., Леонидова И.Ю. РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	92
Ершов И.С., Скрыльникова М.А., Певзнер Л.М., Антоненко Д.В., Нестерова О.М., Новожилова Д.Д., Павлюкова Ю.Н. 2,5-ДИЗАМЕЩЕННЫЕ ТЕТРАЗОЛЫ КАК ПЛАТФОРМА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ОРИГИНАЛЬНЫХ ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ МУЛЬТИТАРГЕТНОГО ДЕЙСТВИЯ.....	94
Завидовская К.В., Едноровская О.В. РАЗРАБОТКА ПРОТИВОМИКРОБНОЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ФОРМЫ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ.....	96
Васютин И.Н., Фаттахова В.К. кызы АНТАГОНИСТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПРОБИОТИЧЕСКОЙ МИКРОФЛОРЫ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ В ОТНОШЕНИИ <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i>	98
Ланцова Е.А. ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННОГО ЗАГРУЗОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ АНТИСЕПТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, ПОЛУЧЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛЕТОК ДРОЖЖЕЙ В КАЧЕСТВЕ ШАБЛОНОВ.....	100
Кривогорницын И.Е. МЕДИЦИНСКИЕ БИОТЕХНОЛОГИИ КАК ВЕКТОР РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ И ЗДОРОВОГО ОБЩЕСТВА	102

Дрючина А.А. ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ РАЗМЕРА ЧАСТИЦ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНАЛИЗАТОРА ZETASIZER	104
Петров А. Д., Чернявская А.А., Писарева А. А., Юрченко А. Д. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О РОЛИ МИТОХОНДРИЙ В ПРОЦЕССЕ СТАРЕНИЯ.....	107
Митусова И.А. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПОЛУЧЕНИЮ ИЗОНИАЗИДА	109
Тимошкина Е.С., Гарифуллина Р.И., Спиридонова А.Л. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ХИТОЗАНА И УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОГЕЛЕВЫХ СФЕРОИДОВ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ МИКРОФЛЮИДНОЙ ГЕНЕРАЦИИ.....	110
Чернявская А.А., Петров А. Д., Писарева А. А., Юрченко А. Д. TIGR-TAS КАК АЛЬТЕРНАТИВА CRISPR-Cas9	112
Штирная И.А., Годуленко А.Г. ПОЛУЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТВОРИМЫХ ФОРМ КЕРАТИНА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЕРАТИНАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ	114
Элангвэ К., Самуйлова Е.О., Успенская М.В., Олехнович Р.О. ГИДРОГЕЛИ, СОДЕРЖАЩИЕ ФЛАВОНОИДЫ: ПОЛИФЕНОЛЬНАЯ СТРАТЕГИЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕТРАМЕРА ТРАНСТИРЕТИНА И ПОДАВЛЕНИЯ АМИЛОИДОГЕНЕЗА	116
Яникеева Т.С., Суханова И.М., Логинова М.И., Николаенко А.А. РНК ЭЛЕМЕНТ «ОБЕЛИСК» КАК ФОРМА ЖИЗНИ	117
Капнина Е.О. УСКОРЕНИЕ РОСТА РАСТЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА	118
Шутова А. Ю. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВИТАМИНОВ И КОМПОЗИЦИОННЫЙ СОСТАВ ВИТАМИНО-МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ.....	119
Соседова А.В. ИЗУЧЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЛЮДЕЙ К ГЛУТАМАТУ	122
Суханова И.М., Яникеева Т.С., Логинова М.И., Николаенко А.А. СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В <i>CHLORELLA VULGARIS</i> И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ, КОРМАХ И МЕДИЦИНЕ.....	124
IV. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ	126
Андреев П.Ю., Леонидова И.Ю., Недосекин Р.А. ПРЯМОЕ СУЛЬФОХЛОРИРОВАНИЕ 6-МЕТИЛУРАЦИЛА, КАК МЕТОД СИНТЕЗА ПОЛУПРОДУКТА ДЛЯ СИНТЕЗА СУЛЬФАМИДОВ.....	126
Митусова И. А., Атрёпьева Л. В., Леонидова И.Ю. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОТИВОТУБЕРКУЛЁЗНОГО СРЕДСТВА ИЗОНИАЗИДА	128
Грибанова Т.В. ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ СПАЗМОЛИТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА	130
Веровенко К. И., Атрёпьева Л. В., Ефанов С. А. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И pH-СРЕДЫ НА ИНДИКАТОРНЫЕ СВОЙСТВА СТИЛЬБЕНОВОГО АЗОКРАСИТЕЛЯ С 3-ГИДРОКСИАКРИДОНЫМ ФРАГМЕНТОМ.....	132

Кононова О.С., Атрепьева Л.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИМЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КРАШЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АЦИДОХРОМНОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО МЕДИЦИНСКОГО ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА	134
Кононова О.С. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ФИКСАЦИЮ ПРЯМОГО СТИЛЬБЕНОВОГО ДИСАЗОКРАСИТЕЛЯ С ФЕНИЛЕНДИАМИНОВЫМ ФРАГМЕНТОМ НА МЕДИЦИНСКИХ ПЕРЕВЯЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛАХ.....	136
Атрепьева Л. В., Кононова О. С. ПРОЕКТНЫЕ ПОДХОДЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВА ДИАГНОСТИЧЕСКОГО МЕДИЦИНСКОГО ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА.....	139
Андропова Е.Н., Каргополова О.А., Денисова Е.П. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОДНОГО ЧИСЛА БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СЫРЬЯ.....	141
Жайворонок В.А., Чачина С.Б., Денисова Е.П. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЖЕЛЕЗА С ПОМОЩЬЮ ЖЕЛЕЗООКИСЛЯЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ ИЗ ПИРИТА	143
Норкина Д.Д. ПОЛУЧЕНИЕ И ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ АМИДОВ 3,5-ДИНИТРОБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ.....	146
Кузьмина А.А., Новиков И.В., Александровский В.В., Бурмистров В.А. ЦИНКОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПРОИЗВОДНЫХ ХЛОРИНА E6 И ПИРОФЕОФОРБИДА: ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УПРАВЛЯЕМОЙ ФОТОСЕНСИБИЛИЗАЦИИ	148
Перцева В.А., Ланцова Е.А. ФОРМИРОВАНИЕ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ ЗАГРУЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОТЕМПЛАТОВ	151
Литин В.А., Софронова Е.Д. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ХЛОРА ИЗ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ	152
Перцева В.А. ВЛИЯНИЕ РАСТВОРИТЕЛЕЙ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО СИНТЕЗА АЛЮМОСИЛИКАТОВ НА ОСНОВЕ КЛЕТОЧНЫХ ТЕМПЛАТОВ	154
Постоев Н.Д., Ларин С.Л., Курилова О.О. НАНОЧАСТИЦЫ ЦИНКА: СВОЙСТВА И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА.....	156
Соколова А.В., Ожигмова Е.В. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭТАП ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ НОСИТЕЛЕЙ.....	157
Спиридонова С. А. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛИПАЗ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ GALLERIA MELLONELLA	159
Семенов М.А., Джанчатова Н.В. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГОТОВОГО ПРОДУКТА «НОВОКАИН» И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЕГО СООТВЕТСТВИЯ ТРЕБОВАНИЯМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ФАРМАКОПЕИ	162
Черепанов И.С., Шилова М.В., Егорова А.И., Тарасова Д.А. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ОБРАЗОВАНИЯ МОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ МЕТОДАМИ ПРОИЗВОДНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ	165
Тоурчукова А.Э., Ефанов С.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИНТЕЗА 2,9-ДИНИТРО-6Н-ИНДОЛО[2,3-б]ХИНОКСАЛИНА КАК ИСХОДНОГО СОЕДИНЕНИЯ ДЛЯ ГАЛОХРОМНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ НОВОГО КЛАССА	167

Савельева Д.Д. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОМЫВНЫХ АГЕНТОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОМЫВКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СУБСТАНЦИИ ФЕПРАНОНА	169
Саветин П.С. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АДсорбента НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СУБСТАНЦИИ ТРИМЕКАИНА	170
Беляева Л.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССОВ ФИЛЬТРАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СУБСТАНЦИИ ИЗАДРИНА.....	171
Гайдукова Д.Д. СПОСОБЫ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ И ОЧИСТКИ ПРЕПАРАТА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ – ДИГИТОКСИНА.....	173
Байкова И.А. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ: МИКРОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ РЕАКТОРЫ И НЕПРЕРЫВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА	175
V. БИОТЕХНОЛОГИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	177
Бабкина М.А., Изварина А.А., Шутова А.Ю., Джанчатова Н.В. МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНОГО ВОДОИСТОЧНИКА, РАСПОЛОЖЕННОГО В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ	177
Гомзина А.О., Денисова Е.П. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕРМИРЕМЕДИАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ EISENIA ANDREI И DENDROBENA VENETA.....	178
Ильичева А.С., Денисова Е.П. РАЗРАБОТКА ПРЕПАРАТОВ МИКРООРГАНИЗМОВ-НЕФТЕДЕСТРУКТОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТА	181
Кудрявцев В.Г., Панькова В. П., Семёнова В. А., Джанчатова Н.В.МОНИТОРИНГ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ ОЗЕРА СТЕЗЕВСКОЕ ГОРОДА КУРСКА	183
Ильичева А.С., Денисова Е.П., Смирнов К.А. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРПАРАТОВ.....	184
Иванова С.Н., Капнина Е.О., Кузнецова П.Д., Привал А.В., Смирнов Н.А. КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБЫ ВОДЫ ИЗ Р. ТУСКАРЬ	187
Палязова Я.З., Гурбанова О. Я., Аллаева А. О., Ерметова В. И. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ТУРКМЕНИСТАНА	188
Палязова Я.З. ЗНАЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ЗАЩИТЕ И ПРОФИЛАКТИКЕ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ	190
Семенова В.А. РИСК ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, АССОЦИИРОВАННЫЙ С ГМО И ГМ ПРОДУКТАМИ ПИТАНИЯ.....	192
Юркова Е.Н. СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА И ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ	194
VI. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОИСКА ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, ОБЛАДАЮЩИХ ЗАДАННЫМИ СВОЙСТВАМИ	196
Жукова Е.В., Ефремова Н.Н. АНТАГОНИСТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА «СПОРОБАКТЕРИН» В ОТНОШЕНИИ ТЕСТ ШТАММОВ УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ.....	196

Киктева В.П., Мясоедов Ю.М. ПОЛУЧЕНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗАТА ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРОВИ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ПЕРЕВИВАЕМЫХ КЛЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР	197
Коклина Е.И., Парахина О.В., Ворсина Е.С. К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ГИПЕРЦИНКЕМИИ НА МИКРОБИОТУ ТОЛСТОЙ КИШКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ	199
Завидовская К.В., Едноровская О.В. РАЗРАБОТКА ПРОТИВОМИКРОБНОЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ФОРМЫ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ	201
Ледков К.А. СИНТЕЗ И ОЦЕНКА АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ НОВОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И ЭКСТРАКТА <i>ARTEMISIA ANNUA</i> L.	202
Маркова Ю.А., Кудрявцева Т.Н., Климова Л.Г. ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ, СВОЙСТВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ 2-(АКРИДИН-9-ИЛТИО)-1-АРИЛЭТАН-1-ОНОВ	204
Отраднава А.О., Выставкина А.В. ПОЛУЧЕНИЕ ФЕТАЛЬНОГО ГЕМОГЛОБИНА РЕКОМБИНАНТНЫМ МЕТОДОМ В КУЛЬТУРЕ <i>E. COLI</i>	206
Маркович Д.А., Маркович А.Д., Парахина О.В. ИЗУЧЕНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ ПРЕПАРАТОВ ЦИНКА В ОТНОШЕНИИ ТЕСТ ШТАММОВ МИКРООРГАНИЗМОВ.....	208
Пискурев И.Е., Полхов И.Г., Кудрявцева Т.Н., Климова Л.Г. СИНТЕЗ И ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 2-((9-ОКСО-9,10-ДИГИДРОАКРИДИНИЛ)ОКСИ)УКСУСНЫХ КИСЛОТ.....	210
VII. ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ.....	213
Жих П.П. ПРОБИОТИКИ В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ	213
Зелёно В.Н. ПОЛУЧЕНИЕ МИКРОБНОГО ИЗОЛЯТА <i>RHIZOBIUM SP.</i> КАК ЭТАП СОЗДАНИЯ БИОПРЕПАРАТА.....	215
Кривецкая Д.М. ПЕРСПЕКТИВЫ КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ В ДЕКОРАТИВНОМ РАСТЕНИЕВОДСТВЕ	218
Колбышевская М.С., Волкова В. Е., Каишлей П.П. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ <i>BRASSICA OLERACEA VAR. CAPITATA F. RUBRA</i> : УСТАНОВЛЕНИЕ ДИАПАЗОНОВ pH—ИНДУЦИРОВАННЫХ ЦВЕТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ	220
Матюхин И.Е., Туровская Г.А. АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ПЛОДОВ РАСТЕНИЙ РОДА <i>VACCINIUM</i>	222
Осипова В.А., Добренко Ю.Г. ПОРОШКИ МЯКОТИ И КОЖУРЫ ТЫКВЫ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБОГАТИТЕЛЬНЫЕ ДОБАВКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	224
Razhytak K.A. POTENTIAL APPLICATION OF BACTERIAL CELLULOSE TO REPLACE NANOCELLULOSE IN TIRE PRODUCTION.....	226
Добренко Ю. Г., Осипова В. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРОШКА ИЗ МЯКОТИ ТЫКВЫ ДЛЯ АКТИВАЦИИ <i>SACCHAROMYCES CEREVISIAE</i> В СМЕСЯХ С ПШЕНИЧНОЙ МУКОЙ	228
Петрович В.А. РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ МАРКЁРОВ	230

Попок А.С., Воробьева М.М. ОЦЕНКА РЕЗИСТЕНТНОСТИ <i>LEPTINOTARSA DECEMLINEATA</i> (SAY, 1824) И <i>APHIS POMI</i> DE GEER, 1773 К БИОИНСЕКТИЦИДУ «БИТОКСИБАЦИЛЛИН»	232
Савко П.А. СТЕПЕНЬ ИЗМЕНЕНИЯ ХРОМАТОФИЛИИ ЦИТОПЛАЗМЫ МИТРАЛЬНЫХ КЛЕТОК ОБОНЯТЕЛЬНОЙ ЛУКОВИЦЫ И ПИРАМИДНЫХ НЕЙРОНОВ ОБОНЯТЕЛЬНОЙ КОРЫ ПРИ СУБТОТАЛЬНОЙ ИШЕМИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫСЫ.....	235
Сидорова Ю.С., Петров Н.А. ФЕРМЕНТАТИВНЫЕ ГИДРОЛИЗАТЫ СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ КОРОВЬЕГО МОЛОКА ДЛЯ ЭНТЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ.....	237
Макей К.Т. СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ РЕЗИСТЕНТНОСТИ К АНТИМИКРОБНЫМ ПРЕПАРАТАМ	239
Степанчук Д. Ю. ОБОГАЩЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ КАК СТРАТЕГИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ (НА ПРИМЕРЕ СМЕТАНЫ, ОБОГАЩЁННОЙ ВИТАМИНОМ D).....	241
Халюк В.А., Кузьменчук А.О. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОРТОПРИНАДЛЕЖНОСТИ ГОЛУБИКИ С ПРАЙМЕРОМ UBC824.....	243
Трубчик В.А. ОЦЕНКА КОНТАМИНИРОВАННОСТИ КОРМОВ И РАЦИОНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ АССОЦИАЦИЯМИ МИКОТОКСИНОВ.....	246
Шапоров И.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛА В СОЛЕВЫХ ФОРМАХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ДОСТАВКИ НИКОТИНА (ЭСДН)	248
Шокаль Е.А. ВЛИЯНИЕ ПЮРЕ ИЗ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ НА ПОДЪЕМНУЮ СИЛУ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕССОВАННЫХ ДРОЖЖЕЙ.....	250
Юрченко А.Д., Чернявская А.А., Петров А. Д., Писарева А. А. МИКРОВОДОРОСЛИ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВ ДЛЯ РЫБ	252
VIII. МЕДИЦИНСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ	255
Абрамов А.А., Яблоков М.М., Курзин М.Л., Шарапов И.Ю., Шмарова Д.Р. КОМПЬЮТЕРНЫЙ МОНИТОРИНГ ИНФЛАМЭЙДЖИНГА ПРИ ПАТОЛОГИИ ОРГАНА ЗРЕНИЯ.....	255
Абрамов А.А., Яблоков М.М., Курзин М.Л., Шарапов И.Ю., Шорохова А.А. СИСТЕМА КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИНФЛАМЭЙДЖИНГА ПРИ ПАТОЛОГИИ ОРГАНА ЗРЕНИЯ.....	257
Аксёнов В.В. Аксёнова О.Ю. ВЛИЯНИЕ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ НА СОЦИАЛЬНУЮ ДЕПРИВАЦИЮ.....	259
Белозеров А.В., Григорьев Н.Н., Бабкин И.А. ПАПИЛЛЯРНЫЙ ДИВЕРТИКУЛ: ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ПРЕДИКТОРЫ КОМПРЕССИИ ОБЩЕГО ЖЕЛЧНОГО ПРОТОКА	260
Ефименко О. В., Быков А. В., Азарова П. С., Цымбал Е. В., Травникова М. Н. ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПРОБЫ В КАРДИОИНТЕРВАЛОГРАФИИ	263
Жилин И.А., Коробков С.В., Халин И.А. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА МНОГОСТУПЕНЧАТОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ОСОБЫХ ТОЧЕК НА СНИМКОВ ВИДЕОЯДА.....	266

Корневский Н.А., Васильев А.В. НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНИ ЛЕГКИХ	269
Пугжисилс А.В., Холименко И.М. ОЦЕНКА ПОЧЕЧНОГО КРОВОТОКА У БЕРЕМЕННЫХ С ПИЕЛОНЕФРИТОМ	271
Родионова С.Н., Шульцев А.А., Скиданчук М.В. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РИСКА БЕЗБОЛЕВОЙ ИШЕМИИ МИОКАРДА	273
Корсунский Н.А., Лях А.В., Старцев Е.А. БИОИМПЕДАНСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ ...	275
Родионова С.Н. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЗАЩИТЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ	279
Евстигнеева Е.П., Любавина М.А. ОПТИМАЛЬНЫЙ ВЫБОР МЕДИЦИНСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	281
Ермаков Д.А., Скворцов М.К., Фатиев Д.А. СИСТЕМА НЕЧЕТКОГО ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ДИНАМИКИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ПАЦИЕНТОВ	284
Титов А.А. МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ И НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСЛОЖНЕНИЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	287
Корневский Н.А., Родионова С.Н., Киселев А.С. ОТ ДИАГНОСТИКИ К ТАКТИКЕ: МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА ЛЕЧЕНИЯ СИНДРОМА СУХОГО ГЛАЗА	289
Кузнецова А.В., Петров И.Э. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ YANDEX SPEECHKIT В ПРОТОТИПЕ УМНЫХ ОЧКОВ ДЛЯ ГЛУХИХ И СЛАБОСЛЫШАЩИХ ЛЮДЕЙ	291
Любавина М.А., Евстигнеева Е.П. ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИИ СНА ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА КАК ОСНОВА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА	293
Кравченко А.А. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ-ЗАВИСИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ	294
Трусович А.А. СРАВНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ХОДЖКИНА-ХАКЛИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ	296
Леонидова И.Ю., Гальцова В.С. ПРИМЕНЕНИЕ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИЙ В ФАРМИНДУСТРИИ: РЕШЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ЗАДАЧ ОТРАСЛИ	299
Родионова П.Д. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА С ПАЦИЕНТАМИ, СТРАДАЮЩИМИ БОЛЕЗНЬЮ АЛЬЦГЕЙМЕРА	301
Самохвалов М.М., Самохвалова Э.О. ГОМЕОСТАЗ ОРГАНИЗМА, ЕГО НАРУШЕНИЕ И СПОСОБЫ КОРРЕКЦИИ	302
Тишин Я.Н. СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ САХАРНОГО ДИАБЕТА: ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ГЛИКИРОВАННОГО ГЕМОГЛОБИНА (HBA1C)	304
Мосин О.А., Степанов Д.В., Евсеева М.А., Бельский А.Э. МЕТОДИКА САМОРАЗДРАЖЕНИЯ В ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ АДДИКТИВНЫХ СОСТОЯНИЙ У ЖИВОТНЫХ. ОСНОВНЫЕ ТРУДНОСТИ НА ЭТАПЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ	307

IX. ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИТИКА В ЗДРАВООХРАНЕНИИ	310
Марунич А.М. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВА ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ К ЧИСЛЕННОСТИ РОСТА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ	310
Симонов И.А. АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ОСНОВНЫМ КЛАССАМ БОЛЕЗНЕЙ	312
Бекмухамедова Д.Р. СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ БЕРЕМЕННЫХ, РОЖЕНИЦ И РОДИЛЬНИЦ	314
Бурмистрова Э.Р. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ПСИХИЧЕСКИМИ РАССТРОЙСТВАМИ В РОССИИ	316
Гуляева В.Е. ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ОКАЗАНИЯ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ В СТАЦИОНАРАХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД 2018-2023 ГОДЫ	318
Венгеров Д.А. АНАЛИЗ ДИНАМИКИ И ПРИЧИН ПЕРИНАТАЛЬНОЙ СМЕРТНОСТИ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ РФ	320
Гайдукова Д.Д. АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ПСИХИЧЕСКИМИ РАССТРОЙСТВАМИ И РАССТРОЙСТВАМИ ПОВЕДЕНИЯ, СВЯЗАННЫМИ С УПОТРЕБЛЕНИЕМ АЛКОГОЛЯ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ	321
Неклюдова А.А. АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ	324
Родионович З.И. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В ФИНАНСИРОВАНИИ БИОМЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ВУЗАХ	326
Ситач И.М. АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ	327
Стребизж В.Н. МОНИТОРИНГ ЧИСЛЕННОСТИ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ ПО ОТДЕЛЬНЫМ СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ В РОССИИ	328
Фетисова Д.И. ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПО ОСНОВНЫМ КЛАССАМ БОЛЕЗНЕЙ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2020-2023 ГГ.	331
Щеглова Д.В. МЛАДЕНЧЕСКАЯ СМЕРТНОСТЬ ПО КУРСКОЙ ОБЛАСТИ 2022-2024 ГГ.: СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	333
X. ОТРАСЛЕВАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА	336
Гамза В.А. АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, ПОСТУПАЮЩИХ СО СТОЧНЫМИ ВОДАМИ В ВОДОЕМЫ	336
Меньшиков Я.А. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КУЛЬТУРЫ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ	338
Микишина Е.А. ВНУТРЕННЯЯ И ВНЕШНЯЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ	339
Колодежная Е.И. СТРАТЕГИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: РАЗРАБОТКА, ВНЕДРЕНИЕ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ	341
Смирнов Н.А. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ: СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ЗАЩИТЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ	343

Гахова А.В. ТЕКУЩИЕ ЗАТРАТЫ НА ОХРАНУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ 2022 – 2024 гг.: СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	344
Овсиенко Ю.А. ОЦЕНКА ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОТ СОБСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ.....	346
Семенова В.А. АНАЛИЗ РИСКОВ И УГРОЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ: МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ.....	348
Дятлова Т.Н. КОРПОРАТИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: ВНУТРЕННИЕ И ВНЕШНИЕ УГРОЗЫ	350
Дятлова Т.Н. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФИНАНСОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	352
Иванова С.К. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СИСТЕМЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	353
Кузнецова П.Д. ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА КАДРОВУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ: НОВЫЕ РИСКИ И ВОЗМОЖНОСТИ	355
Привал А.В. ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВЫХ ВАЛЮТ И КРИПТОВАЛЮТ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ	357
Капнина Е.О. БЕЗОПАСНОСТЬ ЦЕПОЧЕК ПОСТАВОК И ЗАЩИТА ОТ КОНТРАФАКТНОЙ ПРОДУКЦИИ	358
Константинов И.И. АНАЛИЗ ЧИСЛЕННОСТИ И СОСТАВА НАСЕЛЕНИЯ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ	360
Самарина М. А. ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ И ДИНАМИКИ ДОХОДОВ ОТ ПЛАТНЫХ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ В ОРГАНИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ.....	362
Сапронов И.Р., Беседин А.Д., Маргиев Д.Н. К ВОПРОСУ О СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ ЗНАЧЕНИИ БЕСПЛАТНЫХ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ И ОГРАНИЧЕНИЯХ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ, СВЯЗАННЫХ С ЭТИМ	363
Сипач И.М. ГЕНДЕРНЫЕ АСПЕКТЫ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ОПЛАТЫ ТРУДА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ, ДИНАМИКИ И ФАКТОРОВ НЕРАВЕНСТВА	366
Стребизж В.Н. АНАЛИЗ ДОХОДОВ МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ КЛИНИКИ.....	368
Съедугина А.С. СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ И СИСТЕМНЫЕ ВЫЗОВЫ В РАЗВИТИИ РЫНКА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	370
Фетисова Д.И. ОЦЕНКА КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ	372
Хабаров В.А. ПРОБЛЕМЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В БИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РФ	373
XI. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФАРМАКОЛОГИИ И МЕДИЦИНЫ	376
Тугова В.А. ИММУННАЯ ДИСФУНКЦИЯ У ДЕТЕЙ С АТОПИЧЕСКИМ ДЕРМАТИТОМ И МЕТОДЫ ЕЁ КОРРЕКЦИИ.....	376

Кузьмин В.Н. ВЛИЯНИЕ ЛИПИДНОГО ОКРУЖЕНИЯ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА УГЛЕВОДОВ.....	378
Рагулина Д.О., Лазарева И.А. АНАЛИЗ ПОБОЧНЫХ ЭФФЕКТОВ ФАРМАКОТЕРАПИИ САХАРНОГО ДИАБЕТА И ИХ КОРРЕКЦИЯ.....	379
Аниськова В.И. ОСНОВНЫЕ И ПОБОЧНЫЕ ЭФФЕКТЫ БЕНЗОДИАЗЕПИНОВ	380
Бабкин А.А., Тишин Я.Н. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ СПОРТСМЕНА ПОСЛЕ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМЫ.....	382
Бобунова Е.С. АНАЛИЗ ФАРМАКОТЕРАПИИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ У БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН.....	383
Бобылев А.В., Лазарева И.А. CAR-NK-КЛЕТКИ В ТЕРАПИИ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ: ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРЕОДОЛЕНИЯ ОГРАНИЧЕНИЙ CAR-T-ТЕРАПИИ.....	385
Бондаренко Л.С., Лазарева И.А. СОВРЕМЕННАЯ ФАРМАКОТЕРАПИЯ НАРУШЕНИЯ ГОРМОНАЛЬНОГО ГОМЕОСТАЗА ПРИ СИНДРОМЕ ПОЛИКИСТОЗНЫХ ЯИЧНИКОВ	387
Брусенцова А.Е., Ляшев Ю.Д. НАРУШЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МАТРИКСА ПАРОДОНТА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ПАРОДОНТИТЕ ХРОНИЧЕСКОМ БОЛЕВОМ СИНДРОМЕ.....	389
Волкова А.А. ПОБОЧНЫЕ ДЕЙСТВИЯ ВАРФАРИНА (КРЫСИНОГО ЯДА) В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПАТОЛОГИЯХ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ	390
Гамзабекова С.З., Лазарева И.А. СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ В ТЕРАПИИ ХОБЛ.....	391
Вельгош Е.С., Грехнева Е.В., Северинов Д.А., Кудрявцева Т.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ВЫСВОБОЖДЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА ИЗ БИОДЕГРАДИРУЕМОЙ ПОЛИМЕРНОЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ.....	393
Горбунова В.Е., Лазарева Е.А. СОВРЕМЕННАЯ ФАРМАКОТЕРАПИЯ АДЕНОКАРЦИНОМЫ ЛЕГКОГО: ОТ ЦИТОТОКСИЧЕСКОЙ ХИМИОТЕРАПИИ К ТАРГЕТНОЙ И ИММУНОТЕРАПИИ	394
Ильина Е.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ИНДИВИДУАЛЬНУЮ РЕАКЦИЮ НА ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СРЕДСТВА	396
Ильинская В.И., Лазарева И.А. СРАВНЕНИЕ ОРИГИНАЛЬНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ И БИОАНАЛОГОВ	398
Колосюк А.В. ГОМЕОСТАЗ ОРГАНИЗМА, ЕГО НАРУШЕНИЯ И СПОСОБЫ КОРРЕКЦИИ	399
Никulina Ю.С., Тубаях Д.Д. ЭФФЕКТИВНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ КОФЕИНСОДЕРЖАЩИХ НАПИТКОВ.....	402
Барыкин К.А., Новосельцев А.О. ВЛИЯНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР НА ФИЗИЧЕСКОЕ И ПСИХИЧЕСКОЕ ЗДОРОВЬЕ ПОДРОСТКОВ	405
Орлова Д.Д., Лазарева И.А. НОВЫЕ ПОКОЛЕНИЯ СИСТЕМ ДОСТАВКИ ПРЕПАРАТОВ ПРИ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА	406

Петрова А.С., Петрова П.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТНЫХ РАСТВОРОВ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВОДНО-СОЛЕВОГО БАЛАНСА ПОСЛЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ	408
Печенская Д.М., Лазарева И.А. ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ В ТЕРАПИИ ВИЧ-ИНФЕКЦИИ	410
Полякова А.А., Лазарева И.А. СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ	411
Бородулин В.П., Бородулин Р.П. РЕГЕНАТОРНЫЕ (РЕГЕНЕРАТИВНЫЕ) МЕХАНИЗМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МИОКАРДА	413
Разинькова Е.М., Ямпольский Л.М. АСКОРБИНОВАЯ КИСЛОТА – ЭЛЕМЕНТ ГОМЕОСТАЗА В СИНОВИАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ	415
Родионова П.Д. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ГЕНОТОКСИЧНОСТИ И МУТАГЕННОСТИ В СОВРЕМЕННОЙ ФАРМАКОЛОГИИ	417
Ртова Е.Н., Рудакова С.В. ОСВЕДОМЛЁННОСТЬ ЛЮДЕЙ О ПРИЁМЕ ПРЕПАРАТОВ ЖЕЛЕЗА И ИХ ЗНАЧЕНИИ	419
Рудакова С.В., Ртова Е.Н. ОСВЕДОМЛЁННОСТЬ ЛЮДЕЙ О ПРИЁМЕ ПРЕПАРАТОВ МАГНИЯ И ИХ ПОЛЬЗЕ	421
Сериков В.С., Ляшев Ю.Д. КОРРЕКЦИЯ МЕЛАТОНИНОМ СТРЕСС-ИНДУЦИРОВАННЫХ НАРУШЕНИЙ ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОГО БАЛАНСА В ПЕЧЕНИ СТРЕСС-УСТОЙЧИВЫХ И СТРЕСС-НЕУСТОЙЧИВЫХ КРЫС	423
Симонова А.С., Лазарева И.А. СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФАРМАКОТЕРАПИИ СИНДРОМА РЕЙНО, АССОЦИИРОВАННОГО СО СКЛЕРОДЕРМИЕЙ	424
Смирнова Т.Л., Герасимова Л.И., Аиуш Е.И.М.Р. КОРРЕКЦИЯ ЭЛЕКТРОЛИТНЫХ НАРУШЕНИЙ В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ	425
Смирнова Т.Л. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АДЕНОМ ГИПОФИЗА	426
Смирнова Т.Л. ДИАГНОСТИКА РАКА ЯИЧНИКОВ	427
Смирнова Т.Л. ЛЕЧЕНИЕ ЦИСТИТА БЕРЕМЕННЫХ	429
Лазарева И.А., Баишманова А.А. СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФАРМАКОТЕРАПИИ САХАРНОГО ДИАБЕТА ВТОРОГО ТИПА	430
Смирнова Т.Л. ЛЕЙКЕМОИДНЫЕ РЕАКЦИИ У БЕРЕМЕННЫХ	431
Лобаева Т.А., Жуковская Е.В., Скальный А.В. ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО ГОМЕОСТАЗА У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ ПОСЛЕ ЛЕЧЕНИЯ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ НА ПРИМЕРЕ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ (ЖЕЛЕЗО, МЕДЬ, СЕЛЕН)	433
Харахордина Ю.Е., Шварц Н.Е., Переверзева И.В. ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОЖИ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМИ ДЕРМАТОЗАМИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ТОПИЧЕСКИХ ГЛЮКОКОРТИКОСТЕРОИДОВ	435
Руденко А.В. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ И НЕФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КОРРЕКЦИИ ГОМЕОСТАЗА	437
Хачатрян В.А., Лазарева И.А. СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ ПРОТИВООПУХОЛЕВЫХ ПРЕПАРАТОВ	439

Тимофеев И.В. НЕЙРОФАРМАКОЛОГИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ	441
Лукашенко А.В., Хачатрян В.А. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ФАРМАКОТЕРАПИИ РОЖИ И РОЛЬ ЭНЗИМОТЕРАПИИ В ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЯХ	443
Хачатрян В.А. ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ АНТИДЕПРЕССАНТОВ В РАБОТЕ ВРАЧА ОБЩЕЙ ПРАКТИКИ	445
Хачатрян В.А., Лазарева И.А. СОВРЕМЕННЫЕ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ФОРМЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ОНКОЛОГИИ	446
Хачатрян В.А. ВЫБОР АНТИГИПЕРТЕНЗИВНОГО ПРЕПАРАТА У ЛИЦ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА	447
Часовских А.А. ОНКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ КУРКУМИНА	449
Чевычелова Д.С. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ КЛИНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ КАК ОДНА ИЗ КЛЮЧЕВЫХ ПРОБЛЕМ В ФАРМАКОЛОГИИ	451
Шаталов Д.С., Лазарева И.А. АНТИАНГИОГЕННАЯ ТЕРАПИЯ В ОНКОЛОГИИ: ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ МИШЕНИ И КЛИНИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ	452
Чертов Д.Е. РАЗВИТИЕ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ЗАБОЛЕВАНИЙ К ПРОТИВОМИКРОБНЫМ ПРЕПАРАТАМ ВСЛЕДСТВИЕ ИХ БЕЗРЕЦЕПТУРНОГО ПРИМЕНЕНИЯ	453
Шкирская В.И., Искусных А.Ю. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БИОСОВМЕСТИМОСТИ И РЕГЕНЕРАЦИИ ПРИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ИМПЛАНТАЦИИ	457
XII. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ	460
Иванова С.К. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ МНОГОСТАДИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДИМЕРИНА	460
Капнина Е.О. ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОТИВООПУХОЛЕВОГО ПРЕПАРАТА КАПЕЦИТАБИНА	462
Кузнецова П.Д. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕОБРОМИНА	463
Кудрявцев В.Г. ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ НИКОТИНОВОЙ КИСЛОТЫ	465
Панкрусеева А.В. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВА ИЗАДРИНА	467
Привал А.В. ОПТИМИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА АПРЕССИНА НА ОСНОВЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	469
Панькова В.П. ОПТИМИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ФУРАГИНА НА ОСНОВЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	470
Семенова В.А. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЕПРОТАНА	472
Соседова А.В. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЦИКЛОФОСФАНА	474

Смирнов Н.А. КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СИНТЕЗЕ ПРОТИВООПУХОЛЕВОГО ПРЕПАРАТА ХЛОРБУТИН.....	477
Шевцов А.С., Курилова О.О., Ларин С.Л. ОЦЕНКА ОПЕРАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЧАСТКА ПРОИЗВОДСТВА СУППОЗИТОРИЕВ.....	479
Колычева Ю.С. РАЗРАБОТКА НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРОТИВООПУХОЛЕВОГО СРЕДСТВА	480
Востриков В.В. РАЗРАБОТКА НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ВАЛИДАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПРОТИВОМАЛЯРИЙНОГО ПРЕПАРАТА	482
XIII. ПОЛУЧЕНИЕ, ИССЛЕДОВАНИЕ И МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ	484
Кузьмин В.Н. КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЛАВОНОИДОВ КАЛЕНДУЛЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ (<i>CALENDULA OFFICINALIS</i> L.).....	484
Андросова Е.Н., Денисова Е.П., Чачина С.Б. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСТРАГЕНТОВ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ИСТОЧНИКОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ	485
Баборико Е.С. ТВЕРДЫЙ СЫР – КАК ИСТОЧНИК ВИТАМИНОВ	487
Конохова К.А., Шаяпова Л.В. ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА БАВ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ОРЛОВСКОЙ И БРЯНСКОЙ ОБЛАСТЯХ	489
Ничипоренко А.А. ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ НА РЫНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ	491
Кузнецова Е.А., Денисова А.А., Бушueva К.А. ПРИМЕНЕНИЕ ЗЕРНА ГРЕЧИХИ ТАТАРСКОЙ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБА ИЗ ЗЕРНА ПОЛБЫ	493
Шилова И.В., Сулов Н.И. ВЛИЯНИЕ ВЕЩЕСТВ ЧЕРНИКИ НА МНЕСТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ.....	495
Бондарев Н.И., Сафонова А.В., Корнилов А.А., Чеботова У.И. РЕГУЛЯЦИЯ КАЛЛУСО- И ОРГАНОГЕНЕЗА У РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ И МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ ГРЕЧИХИ	497
Гребенюк Д.Р. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЯСНОЙ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ С УЛУЧШЕННОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТЬЮ	498
Пивненко Т.Н., Позднякова Ю.М., Есипенко Р.В. ПИЩЕВЫЕ ЭМУЛЬСИИ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ РЫБНЫХ ЖИРОВ, ОБОГАЩЕННЫХ ПНЖК ОМЕГА-3.....	501
XIV. РОЛЬ ФАРМАЦИИ И ХИМИИ В РАЗВИТИИ БИОТЕХНОЛОГИИ.....	504
Абдураззакова Х.Г. УПРАВЛЕНИЕ ВНУТРЕННИМИ АПТЕЧНЫМИ СКЛАДАМИ И ПРОБЛЕМЫ С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ЛЕКАРСТВАМИ	504
Рустамов У.У., Базарова Н.С. РОЛЬ АССОРТИМЕНТА И МЕРЧЕНДАЙЗИНГА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ОБЪЕМА ПРОДАЖ В АПТЕЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ	505
Uralova G.A., Bazarova N.S. MAIN ASPECTS RELATED TO TARGETED DRUG THERAPY FOR BREAST CANCER.....	507

Akhmedova Z., Tuxtaeva G., Shakhrrinoz M., Dismuratov M., Buronov A. PHARMACOLOGICAL AND IN-SILICO EVALUATION OF THIENO[3,2-d]PYRIMIDINONE-BASED CDK INHIBITORS.....	508
Тургунбоева Н.С. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ВЛИЯНИЕ НА ЧЕЛОВЕКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ФАРМАЦИИ РАСТЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ ВРЕДНЫЕ И ЯДОВИТЫЕ АЛКАЛОИДЫ	510
Мансурова Д.А. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ СВОЙСТВА АДДУКТОВ ФУЛЛЕРЕНОВ...511	
Мухаммадова А.Э. АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА АНАКАРДИУМА	513
Зойирова С.Ж. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МАЗИ С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ЭКСТРАКТАМИ.....	514
Khudoyqulov J.I., Fozilova M.O. STUDY OF THE CONJUGATION OF GRAPHENE AND GRAPHENE OXIDE WITH BIOMOLECULES.....	515
Bozorova N.S., Shopo'latov M.K. THE IMPACT OF IMPLEMENTING THE ELECTRONIC PRESCRIPTION SYSTEM ON THE QUALITY OF PHARMACEUTICAL SERVICES AND ECONOMIC EFFICIENCY.....	517
Jo'rayev.Sh.Z. OPTIMIZATION OF CORIANDER (<i>CORIANDRUM SATIVUM</i>) ENTOMEDICINE MODERN METHODS	518
Khamidova U.Y. EXPERIMENTAL AND PHARMACEUTICAL APPROACHES TO STUDYING THE EFFECTIVENESS OF DILL SEEDS IN HYPOGALACTIA	519
Bozorova N.S., Meliboyev E.G. APPLICATION OF THE DRUG «APIKAK» AND ITS SALES AND PHARMACOECONOMIC ANALYSIS IN THE EXAMPLE OF SAMARKAND CITY	520
Bozorova.N.S., Kholmatova M.A. SCIENTIFIC ANALYSIS OF THE EFFECT AND EFFICACY OF ANISE SEEDS IN HYPOGALACTIA	521
Fozilova M. O. DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR BRIQUETTING COAL FINES USING COMPOSITE MATERIALS OBTAINED FROM LOCAL RAW MATERIALS AND INDUSTRIAL WASTE	522
Файзуллаева Х.Б. РОЛЬ ЦИТОФЛАВИНА В КОРРЕКЦИИ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО АЦИДОЗА У НОВОРОЖДЕННЫХ С ГИПОКСИЕЙ	523

I. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ: ПРОБЛЕМЫ И ДОСТИЖЕНИЯ

РОЛЬ ИМИТАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ СОВРЕМЕННОГО БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Атреньева Л.В.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра биологической и химической технологии

Актуальность. Биотехнология является наукоемкой и быстроразвивающейся наукой, способной решать многие ключевые проблемы современности. Повышение квалификации кадров является существенным направлением для развития отечественной биотехнологической отрасли. Здесь традиционные средства обучения уже не могут эффективно обеспечить образовательный процесс. В образовании по биотехнологии необходимо использовать инновационные формы, чтобы повысить качество подготовки специалистов, поскольку они обеспечивают более глубокое погружение в материал, формируют у студентов навыки самостоятельного и творческого решения задач, а также позволяют им осваивать передовые технологии, которые используются в реальной биотехнологической практике. Это необходимо для адаптации системы образования к стремительно меняющимся требованиям современной науки и промышленности. Среди инновационных подходов имитационные технологии играют ключевую роль в биотехнологическом образовании [1].

Цель работы. Цель статьи заключается в раскрытии возможностей имитационных технологий и методов их реализации в системе профессионального биотехнологического образования.

Результаты. Внедрение имитационных технологий в образовательный процесс по направлению «Биотехнология» стало не просто желательным, а абсолютно неотъемлемым элементом подготовки специалистов нового поколения. Имитационные технологии позволяют студентам приобретать бесценный практический опыт, формируя навыки, необходимые для уверенного старта в будущей профессиональной деятельности. Основная цель - сделать обучение более инициативным и приближенным к реальной жизни, превращая студентов из пассивных слушателей в активных участников.

Ключевые преимущества имитационных технологий:

- ориентация на практику, а не только на теорию.
- развитие умения принимать решения в условиях, приближенных к реальным.
- создание безопасной среды для совершения ошибок и обучения на них.
- повышение мотивации и интереса к процессу обучения за счет активного вовлечения.

В основе имитационных технологий лежит имитационное или имитационно-игровое моделирование, т.е. воспроизведение в условиях обучения с той или иной мерой адекватности процессов, происходящих в реальной системе. Следуя парадигме стандартизации, определяющей строгие нормы и правила биотехнологического производства, в учебный процесс органично внедряется нормативный подход к документированию процедур [2].

К игровым имитационным технологиям принято относить: стажировку с выполнением должностной роли, имитационный тренинг, разыгрывание ролей, игровые методы обучения [3].

Стажировка с выполнением должностной роли – форма и метод активного обучения контекстного типа, при котором «моделью» выступает сама действительность, а имитация затрагивает в основном исполнение роли (должности). Главное условие стажировки – выполнение под контролем ее организатора определенных действий в реальных производственных условиях. По способу организации работы обучаемого стажировка с выполнением

должностной роли относится к индивидуальным методам обучения. Она обеспечивает наиболее полное приближение процесса обучения к производству.

Имитационный тренинг предполагает отработку определенных специализированных навыков и умений по работе с различными техническими средствами и устройствами. В этом случае имитируется ситуация, обстановка профессиональной деятельности, а в качестве «модели» выступает само техническое средство (тренажеры, работа с приборами и т.д.). Профессиональный контекст здесь воссоздается как с помощью предмета деятельности (реального технического средства), так и путем имитации условий его применения.

Разыгрывание ролей (инсценировки) представляет собой игровой способ анализа конкретных ситуаций, в основе которых лежат проблемы взаимоотношений в коллективе, проблемы совершенствования стиля и методов руководства. Этот метод активного обучения контекстного типа направлен на развитие поведенческих умений как профессионального, так и социального характера и предполагает введение определенных элементов театрализации, поскольку представление ситуации, ее анализ и принятие решений осуществляется в лицах.

Игровые методы обучения отражают суть будущей профессии, формируют профессиональные качества специалистов, являются своеобразным полигоном, на котором студенты могут отрабатывать профессиональные навыки в условиях, приближенных к реальным. В случае использования видеоматериалов активизируется образовательный потенциал [4]. В игровых ситуациях ответы на вопросы, к каким последствиям приведут предпринятые действия, дает модель действительности, а не сама действительность. Эта особенность и является основным достоинством игровых методов обучения, так как она позволяет: во-первых, не бояться отрицательных последствий каких-либо неправильных действий обучаемых, так как приобретается опыт; во-вторых, значительно ускорить время протекания реальных процессов; в-третьих, многократно повторять те или иные действия для закрепления навыков их выполнения; в-четвертых, поскольку действия выполняются в обстановке «условной» (модельной) реальности, раскрепостить поведение обучаемых и стимулировать их на поиск наиболее эффективного решения.

В контексте имитационного обучения ключевым субъектом является преподаватель, который выполняет функцию модератора учебного процесса. Его задачи многогранны: он не только направляет студентов, но и поддерживает их познавательную активность, а также обеспечивает усвоение знаний через погружение в смоделированные профессиональные ситуации. При этом разработка учебных кейсов представляет для педагога значительную сложность, поскольку требует создания сценариев, обладающих высокой степенью достоверности и свободных от излишнего упрощения. Кроме того, их анализ должен быть неразрывно связан с применением фундаментальных концепций изучаемой дисциплины, что превращает данную деятельность в своего рода профессиональное искусство.

Выводы. Имитационные технологии в системе профессионального образования в области биотехнологии представляют собой мощный инструмент для подготовки квалифицированных специалистов, способных эффективно решать задачи в реальных рабочих условиях. Одним из ключевых преимуществ имитационных технологий является их способность создавать максимально приближенные к реальности условия. Благодаря этому, студенты могут испытать себя в различных ситуациях, с которыми они могут столкнуться в своей будущей профессиональной деятельности. Это позволяет им не только лучше понять специфику работы, но и научиться быстро и эффективно принимать решения в сложных и нестандартных ситуациях. Развитие и внедрение этих технологий – это инвестиция в будущее, гарантия качественной подготовки и высокой конкурентоспособности специалистов завтрашнего дня.

Список литературы

1. Кутепова, Л.И. Имитационные технологии в профессиональном образовании / Л.И. Кутепова, М.Н. Гладкова, К.А. Максимова // Балтийский гуманитарный журнал, 2020.-т.9.- №3(№32) С.140-142
2. Атрёпьева Л.В., Басарева О.И. Стандартизация как инструмент управления качеством учебного процесса на биотехнологическом факультете //Биотехнология и биомедицинская инженерия: сборник научных трудов по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2024. С. 16-19.
3. Кудинов, И.В. Имитационные моделирующие технологии в образовательном процессе высшей школы /И. В. Кудинов, Е. В. Карунас, Н. А. Баринова, О. Ш. Яшина // Высшее образование сегодня. 2018.- №4.- С. 19-22 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/imitatsionnye-modeliruyuschie-tehnologii-v-obrazovatelnom-protse-sshe-vysshey-shkoly>.
4. Атрёпьева Л.В., Сысолятина М.С. Медиаобразовательная модель лабораторной работы в учебном процессе // Биомедицинская инженерия и биотехнология: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции. Под редакцией П.В. Ткаченко, Л.П. Лазуриной. 2015. С. 12-14.

УЛУЧШЕНИЕ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОСТИ ОБУЧЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГОВ

Архипова М.Ю.

Российский государственный социальный университет

Колледж РГСУ

Научный руководитель – Новиков А.В.

Актуальность. Биотехнологическая отрасль предъявляет высокие требования к практическим навыкам выпускников: уметь работать с биореакторами, соблюдать требования качества (GMP/НАССР), вести документацию и обеспечивать биобезопасность. Тем не менее в ряде вузов практическая подготовка ограничена устаревшим оборудованием, недостатком времени на лабораторные занятия и отсутствием тесных связей с промышленностью [4]. Это приводит к разрыву между теоретическими знаниями студентов и реальными потребностями производства.

Цель исследования. Выявить ключевые проблемы практической подготовки студентов-биотехнологов и предложить практические меры для сокращения разрыва между университетским обучением и требованиями производственных предприятий.

Материалы и методы. Анализ современной литературы и образовательных стандартов, обзор практик взаимодействия университет–индустрия, сопоставление типичных учебных программ и производственных требований, а также разработка примерной структуры производственного практикума.

Результаты и обсуждение. Основные выявленные проблемы:

- 1) ограниченный доступ студентов к современному оборудованию и биореакторам;
- 2) недостаток реальных производственных практик и стажировок;
- 3) учебные программы, ориентированные преимущественно на теорию;
- 4) слабая интеграция с ИТ-навыками (автоматизация, биоинформатика);
- 5) недостаточное внимание к системам качества и документации.

Предлагаемые пути решения:

- Развитие централизованных лабораторных хабов и совместных лабораторий (университет–региональные компании). Это снижает затраты и расширяет доступ к оборудованию.

- Внедрение модульных практикумов, имитирующих производственные SOP (стандартные операционные процедуры): от подготовки среды до базовой работы с биореакторами, контроля качества и ведения журналов [2].

- Программа дуального образования и обязательные производственные стажировки (по согласованию с предприятиями), с оценкой по компетенциям [1].
- Использование симуляторов, виртуальных биореакторов и автоматизированных стендов для отработки алгоритмов и безопасности до выхода в реальные процессы.
- Включение в курс дисциплин по GMP, менеджменту качества и документационным процедурам (формы, записи, аудит).
- Повышение квалификации преподавателей через стажировки на предприятиях и приглашение практиков в ВУЗ [3].

Пример практического модуля (кратко). «Производственный практикум: базовые операции биореактора» (2 недели):

- 1) вводное занятие — теория и безопасные правила;
 - 2) работа с оборудованием: подготовка среды, стерилизация;
 - 3) запуск и мониторинг культивации;
 - 4) отбор проб и методы контроля качества;
 - 5) оформление протоколов и разбор ошибок.
- Оценивание — по чек-листам компетенций.

Таблица 1 – Основные проблемы практической подготовки студентов-биотехнологов

Проблема	Описание
Доступ к оборудованию	Ограничен или отсутствует современный парк биореакторов
Стажировки	Редкие или формальные, без глубокого погружения
Учебные программы	Сильно ориентированы на теорию, без SOP и документации

Выводы. Сокращение разрыва между теорией и производством требует системного подхода: инвестиции в инфраструктуру (центры и симуляторы), тесное сотрудничество с промышленностью, переход к проектно- и компетентностно-ориентированному обучению и усиление практико-ориентированных стажировок. Малые шаги — модульные практикумы и обучение преподавателей на предприятиях — дают быстрый практический эффект.

Список литературы

1. Зайнуллина, Р. В. Особенности применения проблемного обучения на уроках биологии / Р. В. Зайнуллина, Н. Н. Минина // Инновационные технологии в преподавании дисциплин естественно-научного цикла в школе и вузе : Материалы VII Международной научно-методической конференции, Бирск, 16–20 ноября 2021 года. – Бирск: Бирский филиал федерального государственного бюджетного образовательного университета высшего образования "Башкирский государственный университет", 2021. – С. 36-39. – EDN UZEHGZ.
2. Лазурина, Л. П. Проблемы подготовки инженеров-биотехнологов / Л. П. Лазурина, В. А. Лазаренко, А. И. Конопля // Актуальная биотехнология. – 2014. – № 3(10). – С. 28-29. – EDN TCRLBJ.
3. Novikov, A. V. Integration of educational and practice as a factor of professional competence increase among extramural students / A. V. Novikov, O. V. Sumarukova // Scientific and educational space: prospects of development: materials of the I European international research and practice conference, Oxford, 31 января 2017 года / Scientific publishing center "Open knowledge". – Oxford: Scientific publishing center "Open knowledge", 2017. – P. 36-39. – EDN XWCCXH.
4. Тихова, Е. Л. О практико-ориентированном обучении / Е. Л. Тихова // Актуальные вопросы научно-методической и учебно-организационной работы: современная система общего среднего и высшего образования как исторический фактор единства и устойчивого развития общества : сборник материалов Республиканской научно-методической конференции, Гомель, 16–17 марта 2022 года / Министерство образования Республики Беларусь, Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины; редколлегия: И. В. Семченко (главный ре-

дактор) и др. – Гомель: Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины, 2022. – С. 386-388. – EDN SCRYLJ.

ВЫЗОВЫ И ДОСТИЖЕНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В МОСКОВСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ ИМЕНИ К. И. СКРЯБИНА

Лаптев С.В.

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –
МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия

Кафедра эпизоотологии и организации ветеринарного дела

Актуальность. Биотехнологическое образование переживает множество трудностей, которые препятствуют его полному прогрессу и внедрению новаторских решений в коммерческую сферу. Среди основных препятствий выделяется дефицит средств на многообещающие проекты. В особенности трансформация научных открытий в готовые рыночные изделия, например, в области медицинской биотехнологии, предполагает огромные капиталовложения. Создание инновационных медикаментов, разработка систем диагностики и интеграция новейших терапевтических подходов требуют существенных финансовых ресурсов. Еще одной значимой трудностью выступает отсутствие доступа к передовому оборудованию и развитой инфраструктуре [1]. Ограниченные возможности использования высокотехнологичных устройств и специализированных лабораторий заметно замедляют этапы создания прототипов и расширения производства биотехнологических изделий, что снижает отдачу от коммерческого применения и задерживает инновационный рост. Дополнительно отмечается недостаток компетентных заказчиков, умеющих определять и формулировать сложные высокотехнологичные задания для студентов и начинающих исследователей. Слабая связь между вузами, научными центрами и биотехнологическими фирмами создает разрыв между лабораторными достижениями и рыночными нуждами [2, 3].

Тем не менее, в этой области зафиксированы заметные прогрессы, ориентированные на улучшение подготовки кадров. В частности, внедрение стандартизации как механизма контроля качества образования обеспечило единообразие в подготовке учебных материалов и усилило открытость процесса обучения. Созданы и применены руководства по структуре и нормам составления отчетных документов, что повышает уровень образовательных услуг. Интеграция в программы курсов по экологии промышленных объектов помогает студентам осваивать навыки устойчивого развития и охраны окружающей среды. Это приобретает особую актуальность в условиях ужесточения экологических норм и потребности в создании безвредных биотехнологических технологий [1-3].

Цель исследования – проанализировать состояние биотехнологического образования в Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии имени К. И. Скрябина (ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина).

Материалы и методы исследований. Проведен анализ биотехнологического образования по данным отчетов ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина, факультетов и кафедр, а также материалов Ассоциации образовательных и научно-исследовательских учреждений по координации образовательной и научной деятельности в сельскохозяйственных отраслях «Ветеринария, зоотехния и биотехнология» [4].

Результаты исследований. ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К. И. Скрябина, основанная в 1919 году как один из ведущих вузов России в сфере ветеринарии и биотехнологий, сталкивается с рядом вызовов в развитии биотехнологического образования. Среди ключевых проблем выделяется нехватка современного оборудования для лабораторных исследований: по данным отчета академии за 2023 год, лишь 60% лабораторий оснащены оборудованием для геномной инженерии и молекулярной биологии, что ограничивает практическую подготовку студентов. Финансовые ограничения, связанные с бюджетом вуза в 1,2 миллиарда рублей на 2024 год, также препятствуют международному сотрудничеству, вклю-

чая обмена с зарубежными университетами. Студентам срочно требуется реконструкция корпусов и инженерных систем. Кроме того, беспокоит повышенная плата за обучение, иллюстрирующая тенденцию к коммерциализации образования при ограниченном числе бесплатных мест.

В то же время Академия обоснованно отмечает свои достижения. Прежде всего, это формирование экспертов высокого уровня, способных создавать и вводить в производство биопрепараты для ветеринарии. Применение на семинарах и практиках подходов проблемно-ориентированного обучения стимулирует интеллектуальную активность и аналитическое мышление учащихся. Работа с задачами, разбор ситуаций и участие в симуляциях развивают умение использовать теорию в реальности и принимать обоснованные решения в непростых условиях.

Академия имеет современную техническую базу: лаборатории укомплектованы новейшим оборудованием, лекционные залы и кафедры — компьютерами с интернет-доступом и мультимедиа. В обучении используются ориентированные на практику, проектные, ролевые и исследовательские методы. Студентам предлагают персонализированные пути обучения, обмены и зарубежные практики. Участие в соревнованиях, конкурсах и форумах, а также комбинация лекций с онлайн-работой развивают профессионализм комплексно [5]. Выпускники Академии находят применение в агропроме, биоиндустрии, НИИ по биологии, ветеринарии и медицине, а также в других областях в России и мире.

За последние пять лет количество студентов на биотехнологическом направлении выросло на 25%, достигнув 800 человек, благодаря введению новых программ, аккредитованных Минобрнауки РФ. Исследовательские проекты, такие как разработка вакцин для животных на основе CRISPR-технологий, привели к публикации 150 статей в Scopus и Web of Science [6-7]. В 2022 году академия получила грант Росмолодежи в размере 15 миллионов рублей на модернизацию учебных модулей. Выпускники успешно трудоустраиваются: 85% находят работу в биотехнологических компаниях, таких как "Биокад" и "Ветбиохим", внося вклад в национальную биотехнологическую индустрию. Эти достижения подкрепляют потенциал академии для дальнейшего развития, при условии решения существующих вызовов через государственную поддержку и инвестиции. Особо ценны более 50 разработок: вакцины, тесты, пробиотики, иммуностимуляторы, дезинфицирующие средства и инновационные методы производства.

Выводы. Несмотря на финансовые трудности, академия успешно готовит специалистов для ветеринарной биофармацевтики, используя проблемно-ориентированный подход для развития аналитических навыков. Студентам доступны индивидуальные программы и международные стажировки. Профессиональный рост поддерживается мероприятиями и онлайн-обучением. Выпускники востребованы как в России, так и за рубежом. За последние пять лет число студентов биотехнологических направлений увеличилось на 25%. Научные результаты академии публикуются в Scopus и Web of Science. Более 80% выпускников трудоустроены в биотехнологических компаниях. Академия занимается разработкой современных вакцин и тестов. Эти достижения демонстрируют потенциал академии при преодолении трудностей.

Список литературы

1. Позябин, С. В. Образование - единство науки и практики / С. В. Позябин // АПК России. – 2024. – Т. 31, № 4. – С. 502–508. – EDN PFXVRZ.
2. Лаптев, С. В. Миссия педагога в естественно - научном и профессиональном образовании / С. В. Лаптев // Научно-педагогический журнал "Учитель Алтая". – 2025. – № 1(22). – С. 65–68. – EDN NYASZU.
3. Лаптев, С. В. Метафоризм передачи знаний студентам в процессе научных исследований / С. В. Лаптев // Научно-педагогический журнал "Учитель Алтая". – 2024. – № 1(18). – С. 65–73. – EDN DDUXG.

4. Полябин, С. В. Ассоциации образовательных и научно-исследовательских учреждений по координации образовательной и научной деятельности в сельскохозяйственных отраслях «Ветеринария, зоотехния и биотехнология» - 15 лет / С. В. Полябин, И. И. Кочиш, О. Ю. Мещеряков // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2025. – № 3. – С. 6–12. – EDN JNQLJQ.
5. Лаптев, С. В. Миссия педагога Московской ветеринарной академии // Педагогика современности: профессиональное образование и развитие: Сб. тр. по материалам II Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию КГМУ, 26 марта 2025 года. – Курск: КГМУ 2025. – С. 152–153. – EDN UMUOMA.
6. Вклад научных разработок ученых ФГБОУ ВО МГАВМиБ - МВА имени К. И. Скрябина в реализацию государственной аграрной политики Российской Федерации / С. В. Полябин, Л. А. Гнездилова, М. В. Селина, А. А. Гусельникова // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2023. – № 9. – С. 6–14. – EDN JRRPOT.
7. Полябин, С. В. Анализ публикационной активности научно-педагогических работников Московской государственной академии ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К. И. Скрябина / С. В. Полябин, Л. А. Гнездилова, М. В. Селина // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2021. – № 6. – С. 74–80. – EDN HINXQI.

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БАКАЛАВРОВ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ «БИОТЕХНОЛОГИЯ» И «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»: ОПЫТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КАФЕДРЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ КГМУ С РАБОТОДАТЕЛЯМИ

Завидовская К.В.

**Курский государственный медицинский университет
Кафедра биологической и химической технологии**

Актуальность. Развитие биотехнологической и химико-фармацевтической отраслей требует постоянного притока грамотных и профессионально подготовленных специалистов. Современный рынок труда характеризуется жесткой конкуренцией и высокими стандартами отбора персонала. Выпускники вузов сталкиваются с необходимостью быстрого освоения производственных условий и реальных запросов бизнеса, однако традиционные учебные программы зачастую не соответствуют требованиям конкретной рабочей среды. Недостаточная интеграция учебного процесса и потребностей предприятий ведет к дефициту кадров, способных эффективно интегрироваться в существующие технологические цепочки.

Цель. Чтобы преодолеть этот разрыв, необходим диалог учебных заведений и работодателей, позволяющий выстроить целостную систему образования, ориентированную на потребности конкретных профессий. Привлечение представителей предприятий к учебному процессу, организация мастер-классов, презентаций и встреч способствует лучшей интеграции студентов в профессию, повышению их конкурентоспособности и удовлетворенности работой.

Материалы и методы исследования. Регулярное проведение мероприятий, направленных на профессиональное просвещение студентов, оказывает существенное влияние на мотивацию и профессионализм будущих специалистов. Эффективная система взаимодействия университетов и предприятий формирует кадровый резерв, соответствующий запросам экономики региона и государства в целом.

Кафедра биологической и химической технологии Курского государственного медицинского университета организует прямые контакты между учащимися и представителями организаций, где планируется дальнейшее трудоустройство выпускников. Встречи и презентации компаний способствуют формированию понимания будущей профессии, повышению мотивации студентов и лучшему усвоению практических навыков.

Результаты исследования. Примером подобного сотрудничества является совместная деятельность Центра гигиены и эпидемиологии № 125 Федерального медико-биологического агентства, инженерно-конструкторской фирмы ГК «Праймкей», ЗАО «Канонфарма Продакшн», Национального исследовательского центра эпидемиологии и микробиологии имени Н.Ф. Гамалеи, фармацевтической компании «Герофарм». Организация встреч студентов с руководящим персоналом и специалистами указанных учреждений направлена на знакомство учащихся с реальным положением дел в профессиях и углубленное понимание требований работодателя.

Эффективность формирования компетентных профессионалов зависит не только от теоретических занятий, но и от практической составляющей образовательного процесса. Руководствуясь этим принципом, кафедра биологической и химической технологии проводит экскурсии студентов на предприятия-партнеры, демонстрирует оборудование и производственные линии. Например, старшие курсы посещают Центр гигиены и эпидемиологии № 125, лабораторные помещения НИЦ имени Н.Ф. Гамалеи, производственные цеха компании «Герофарм». Подобная практика помогает будущим специалистам лучше осознать реальные задачи, стоящие перед ними в профессиональной деятельности.

Предоставляется возможность прохождения производственной практики и стажировок непосредственно на предприятиях партнеров, что формирует практические навыки, развивает профессиональные компетенции и облегчает адаптацию выпускников к трудовым условиям после окончания вуза.

Организации, принимающие участие в мероприятиях, знакомят студентов с преимуществами своей сферы деятельности, рассказывают о возможностях карьерного роста, условиях труда и заработной плате. Например, сотрудники ЗАО «Канонфарма Продакшн» подробно раскрывают перед слушателями преимущества работы в компании, систему наставничества, внутренние образовательные программы и корпоративные ценности. Студенты получают полную картину рынка труда и возможных путей самореализации, что стимулирует осознанный выбор специальности и стремление достичь высоких профессиональных успехов.

Кафедра биологической и химической технологии поддерживает тесные связи с ведущими научными и образовательными учреждениями, осуществляющими фундаментальные исследования в области биотехнологий и химической технологии. Сотрудничество с Национальным исследовательским центром эпидемиологии и микробиологии имени Н.Ф. Гамалеи, предоставило возможность студентам пройти полноценную ознакомительную практику летом 2025 года. Такое партнерство имеет большое значение для становления научных школ и качественного расширения образовательных траекторий будущих специалистов.

Выводы. Совместная деятельность кафедры биологической и химической технологии КГМУ с работодателями обеспечивает формирование высококвалифицированных кадров, способных успешно решать задачи промышленного сектора и соответствовать современным требованиям рынка труда. Регулярные встречи с представителями крупных предприятий, экскурсионные визиты, прохождение практик и стажировок помогают студенту заранее адаптироваться к рабочим реалиям, формируют практические навыки и повышают конкурентоспособность выпускников. Кафедра ставит своей главной задачей подготовить профессионалов высокого класса, которые будут востребованы и успешны в избранной профессии.

Список литературы

1. Профессиональное воспитание конкурентоспособных специалистов, Едноровская О.В., Завидовская К.В., В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2024. С. 28-30.

2. Концепция воспитательной работы на биотехнологическом факультете, Завидовская К.В., В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 87-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2022. С. 263-265.
3. К вопросу оценки работодателей компетенций молодых специалистов, Завидовская К.В., Доценко Ю.М., В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 87-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2022. С. 9-11.
4. Актуальные проблемы биотехнологии и химической технологии, Анциферова Е.С., Завидовская К.В., Алиева Д.А., В сборнике: Горизонты биофармацевтики. Сборник научных трудов по материалам VII Международной научно-практической молодежной конференции, посвященной 86-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2021. С. 7-9.

НОВЫЕ РОССИЙСКО-КИТАЙСКИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ В ОБЛАСТИ ПИЩЕВОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

Скляренко С.А.

Дэчжоуский университет

Белгородский институт пищевых наук

Актуальность. Имеющиеся потенциалы ежегодного прироста экспорта российского продовольствия в Китай постепенно иссякают. Об этом можно сделать вывод при анализе статистических данных таможенных органов за последние годы. Без привлечения новых стимулов к развитию, в первую очередь институциональных и выстраивания горизонтальных связей, продолжить приращивать объемы таким же образом будет затруднительно. Необходимы новые подходы, в том числе создание совместных профильных ассоциаций, кластеров, а так же совместных образовательных программ в области пищевой биотехнологии и химии, качества продовольственных товаров и пр., а так же научно-теоретические осмысление практики их проведения. Именно этим и объясняется актуальность проведенного исследования.

Цель исследования состояла в анализе потенциалов и практик новых российско-китайских образовательных программ в области пищевой биотехнологии на примере функционирования с 2022 года Белгородского института пищевых наук при Дэчжоуском университете, созданного при поддержке Белгородского государственного университета.

Материалы и методы. Материалами для исследования послужили имеющиеся за 3 года практические наработки функционирующего в городе Дэчжоу (северная часть провинции Шаньдун, КНР) совместного института, созданного местным университетом и НИУ БелГУ, а также иными реализуемыми совместными проектами этого профиля в Китае. Применяемыми методами в работе стали – научно-теоретический (при анализе, сравнении и обобщении результатов изучения формирующегося объекта), экспериментально-обсервационный (при наблюдении за учебным процессом в Институте с одновременной апробацией предлагаемой системы обучения), формального моделирования (при проектировании системы обучения в объеме утвержденных вузами двух стран совместных образовательных программ).

Результаты исследования.

Белгородский институт пищевых наук при Дэчжоуском университете (г. Дэчжоу, Китай) образован в 2022 году совместно с Белгородским государственным национальным исследовательским университетом. В данном институте обучаются китайские студенты, с ежегодным набором порядка 300 человек, которые обучаются по 4 программам бакалавриата – «Технология продукции и организация общественного питания», «Биотехнология», «Химия», «Биология». После окончания обучения предполагается, что выпускники будут полу-

чать на руки дипломы данных двух университетов. Обучение здесь ведется на китайском, русском и английском языках. Несмотря на то, что программа достаточно новая, научный и преподавательский состав совместной программы достаточно активно проводит не только методическую, но и научную работу. Этому способствует и то, что данные два университета имеют немало большую историю совместного сотрудничества, которая в итоге перестает в том числе и в совместные научные исследования их ведущих ученых, к примеру одним из которых стала проведенная работа по определению способа повышения урожайности картофеля в неблагоприятных условиях, путем определения набора генов, отвечающих за устойчивость растения к стрессу. Результаты исследования опубликованы в журнале *Agropomtu*, а также их краткое изложение в ведущих российских СМИ [4]. Причем такие проекты в Китае не обязательно производить на собственных площадках. К примеру, наиболее известный и масштабный на сегодня российско-китайский научно-образовательный проект, Совместный университет Московского государственного университета и Пекинского политехнического института, уже более 10 лет реализуется на юге Китая, в провинции Гуандун, в городе Шэньчжэнь [3]. Множество такого рода совместных проектов в области сельскохозяйственной и пищевой биотехнологии в эти годы другими странами мира реализует и в провинции Хайнань, в частности на инновационной семенной площадке наукограда Ячжоу городского округа Санья [2]. Российские вузы и НИИ (ФИЦ) там пока не представлены, однако с сентября 2025 года приступило к функционированию в той местности представительство Белорусского государственного университета. Данный регион привлекателен к такого рода проектам не только своим климатом, но и тем, что с 18 декабря 2025 года он переходит в статус свободной экономической зоны, со своей таможенной службой, отличной от общекитайской, что будет способствовать проведению совместных проектов в облегченном формате.

Несомненно, в такие исследования стоит привлекать и молодых учёных, в том числе из научно-ориентированных наиболее успешных студентов данных совместных программ. Отбор такого рода студентов должен производиться на системном научно-обоснованном подходе, в том числе производимых в рамках научных международных студенческих кружков и секций, а также дополнительных летних и зимних языковых школах [1]. Результатом данных процессов вполне возможно станет и то, что китайский потребитель добровольно откажется от фальсификата российского продовольствия, ставшего столь популярным в 2024-2025 гг. в Китае.

Для масштабного развития кооперации в области пищевой биотехнологии, а также экспорта российского продовольствия в Китай нужно масштабирование подобного рода проектов на десятки вузов Китая. Потенциалы прироста у экспорта российского продовольствия могут стать кратные, в сравнении с имеющимися на сегодня аналогичными показателями по ряду иных стран. Однако реализация этого станет возможным, когда к участию такого рода проектах подключатся и ведущие научные и образовательные учреждения России биотехнологического профиля.

Вместе с тем некоторая работа в этом направлении ведется уже. Так, в середине июля 2025 года Северо-Восточный сельскохозяйственный университет Китая, расширил своё сотрудничество с Красноярским государственным аграрным университетом, результатом чего стало что в сентябре 2025 года данный Университет направил в Красноярск первую группу китайских студентов для обучения по специальности «Технология пищевых продуктов» в рамках программы подготовки для обучения. Университет планирует так же и производить ещё обмен генетическими ресурсами таких сельскохозяйственных культур, как картофель, лён и пшеница.

Некоторые проекты по данному направлению презентовались и в предыдущие годы. В частности в середине ноября 2018 г. на площадке МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ) производилось подписание договора о создании Российско-Китайской ассоциации пищевых технологических университетов, целью которой ставилась совместная деятельность «по подготовке квалифицированных кадров и проведению научных исследований, обеспечивающих изучение, эффективное комплексное использование, сохранение и переработку биологиче-

ских ресурсов в технологии пищевых производств России и Китая». Однако этим и аналогичные ему проекты по итогам в большинстве случаев так и оставались лишь на стадии согласования и рамочных договоров.

Выводы. В настоящее время между Россией и Китаем существует лишь одна полноценная совместная образовательная программа в области пищевой биотехнологии, реализуемая с 2022 года на базе Белгородского института пищевых наук при Дзержинском университете (г. Дзержинск, провинция Шаньдун, КНР), созданная местным университетом совместно с Белгородским государственным национальным исследовательским университетом. Количественный и качественный прирост такого рода программ сможет существенно и устойчиво нарастить российский продовольственный экспорт в Китай.

Список литературы

1. Семашкина Н.С. Интегративные возможности университетских летних языковых школ в процессе обучения иностранных студентов (на примере международной летней языковой школы НИУ "БЕЛГУ")// Язык как фактор интеграции образовательных систем и культур. Материалы XVI Международной научно-практической конференции. Белгород, 2024. С. 178-180.
2. Складченко С.А. Провинция Хайнань как новый локомотив сотрудничества в сфере высшего образования России и Китая// Россия и Китай: история и перспективы сотрудничества. 2025. - № 4 (15). С. 669-672.
3. Чжоу С., Андришина Е.В. Совместные университеты как инновационный формат интернационализации высшего образования (на примере совместного университета МГУ-ППИ В Шэньчжэне)// Власть. 2025. Т. 33. № 1. С. 22-28.
4. Guan, P.; Zhao, D.; Zhang, C.; Qiu, Z.; Chen, Q.; Solyanikova, I.P.; Sun, P.; Cui, P.; Yu, R.; Zhang, X.; et al. Identification and Analysis of Endoplasmic-Reticulum-Stress- and Salt-Stress-Related Genes in *Solanum tuberosum* Genome: StbZIP60 Undergoes Splicing in Response to Salt Stress and ER Stress. *Agronomy* 2025, 15, 1224. <https://doi.org/10.3390/agronomy15051224>

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ЭПОХУ ИННОВАЦИЙ: ВЫЗОВЫ И ПУТИ ВПЕРЕД

Орлов Д.В., Рябитченко А.В., Милосин В.Е.

Юго-Западный государственный университет (ЮЗГУ)

Кафедра биомедицинской инженерии

Научный руководитель – д.м.н., профессор Серегин С.П.

Актуальность. На сегодняшний день приобретает актуальность проблема подготовки будущих кадров на нишевых и смежных дисциплинах, таких как биотехнические специальности. Данные нишевые сферы, с развитием новых инструментов познания, переживают новый взрывной рост. Такие биотехнические отрасли как геномная инженерия, синтетическая биология, биоинформатика, персонализированная медицина, приобрели новую критическую роль в решении глобальных проблем в том числе и проблему поддержания молодости и здоровья человека.

Цель исследования. Представленная обзорная работа призвана проанализировать дальнейшее развитие биотехнологического образования. Будут затронуты ключевые проблемы сдерживания развития, а также осветим значимые достижения и инновационные подходы, которые помогут сформировать корректное понимание смежной дисциплины, тем самым сформировать его настоящий современный облик в нашей стране.

Методы исследования. Для того чтобы понять какой подход избрать для решения проблем, связанных с развитием биотехнологической индустрии, необходимо выявить ключевые проблемы современного биотехнологического образования

В данном разделе представленной обзорной статьи, будут затронуты основные проблемы развития биотехнических дисциплин. Стоит отметить, что представленные аспекты на данный момент актуальны для всего мира.

Первое на что стоит обратить внимание, на разрыв между академической программой и реальными потребностями индустрии. Данная проблема приобретает острый характер, так как для ее решения необходимо решить ряд следующих задач:

- Устаревание контента: Медленная адаптация учебных планов к бурному развитию науки (CRISPR, OMICS-технологии, ИИ в биологии). Преподавание "вчерашнего дня"[1].

- Дефицит практических навыков: Теоретическая перегруженность в ущерб лабораторной практике, работе с современным оборудованием, анализу больших данных, проектному менеджменту.

- Недостаток междисциплинарных кадров в новой индустрии: Биотехнологии требуют синтеза биологии, химии, физики, ИТ, инженерии, экономики. Традиционные факультетские барьеры мешают этому.

Из приведенных выше проблем, складывается еще значимая, но не редко акцентированная проблема, имя данной проблемы: «Кадровый вызов»

«Утечка мозгов» в индустрию: Студенты и аспиранты предпочитают сразу после учебы идти в компании, а не оставаться в науке или образовании [2].

Являясь востребованными специалистами, молодые, талантливые люди выбирают быстрый карьерный рост, как правило, описанные кадровые силы, не имеют в своем расписании время на обучение нового кадрового поколения.

Приведенная проблема является очень болезненной, так как в связи недостатком преподавательского состава, есть риск потерять целое поколение талантливых биоинженеров, тем самым индустрия рискует отстать в своем развитии на 25 лет [2].

При этом стоит отметить, что индустрия как раз заинтересована именно в таких преподавателях, которые непосредственно уже здесь и сейчас занимают свои должности в индустрии, так как именно практическая деятельность преподавателя играет главную роль в непрерывности образовательного процесса в биоинженерии. Связно это с быстрым устареванием знаний в новой области, требующем постоянного повышения квалификации преподавателя. Данная проблема является сложной для прямого решения и требует комплексной проработки как со стороны учебных заведений, так и со стороны предприятий – работодателей, есть необходимость прихода к консенсусу по вопросу распределения рабочего времени специалиста.

Результаты исследования. Для преодоления существующих проблем и усиления достижений предлагается комплекс мер. Первый ключевой путь – глубокая интеграция с индустрией. Это достигается через создание консультативных советов с участием бизнеса при вузах, совместную разработку образовательных программ с компаниями, организацию гарантированных стажировок и реализацию программ «двойного диплома» с компаниями [3]. Целью этих механизмов является обеспечение стопроцентной практической ориентированности обучения и гарантированное трудоустройство выпускников.

Вторым направлением являются инвестиции в инфраструктуру и кадры. Государство должно увеличить финансирование на обновление лабораторий, закупку современного оборудования и повышение зарплат преподавателям-исследователям. Бизнес может внести вклад через развитие корпоративных университетов, спонсорство кафедр и лабораторий, а также предоставление оборудования в пользование вузам[3]. Со стороны вузов необходимо активное привлечение грантов и развитие системы наставничества для молодых преподавателей.

Третий путь связан с обеспечением гибкости и непрерывности образования. Это включает внедрение модульных программ, позволяющих индивидуализировать траектории обучения, а также создание системы микростепеней и цифровых бейджей для подтверждения освоения конкретных навыков. Важным элементом является развитие дополнительного

профессионального образования (DPO) в виде краткосрочных интенсивных программ, направленных на актуализацию знаний работающих специалистов.

Четвертое направление – развитие междисциплинарности и цифровых компетенций. Предлагается введение обязательных курсов, таких как биостатистика, основы программирования для биологов, биоэтика, основы проектного менеджмента и интеллектуальная собственность. Кроме того, необходимо организовывать совместные проекты, в рамках которых студенты разных специальностей, включая биологов, ИТ-специалистов и инженеров, будут работать над общими задачами [4].

Выводы. В заключение хочется отметить, что острая проблема подготовки смежных кадров в биотехнологических отраслях, для своего решения требует совместной работы всей отрасли в целом, начиная от ВУЗов заканчивая непосредственным биотехническим предприятием. Стоит обратить внимание на то, что удачный симбиоз новой инновационной промышленности и Высших учебных заведений в ближайшей перспективе может взрастить плодотворные плоды на развитие индустрии биотехнологии в целом.

Список литературы

1. Голиченко О. Г. Проблемы и факторы развития науки и инноваций в России // Информационное общество. – 2005. – №. 5. – С. 8-16.
2. Шепелев Г. В. Проблемы развития инновационной инфраструктуры // Инновации. – 2005. – №. 2. – С. 6-15.
3. Лаптев В. В. Проблемы совершенствования системы подготовки научных кадров высшей квалификации на современном этапе развития науки и общества // Известия Российского государственного педагогического университета им. АИ Герцена. – 2009. – №. 83. – С. 7-17.
4. Дутов А. В., Ключков В. В. Проблемы технологического развития России и модернизация прикладной науки // Инновации. – 2018. – №. 3 (233). – С. 3-7.

ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ НА ЯЗЫКЕ-ПОСРЕДНИКЕ НА МЕДИЦИНСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЯХ В ВУЗЕ

Туманова Л.Н.

Пензенский государственный университет
Кафедра «Физика»

Актуальность. Современное медицинское образование все чаще реализуется в условиях международных программ и использует английский язык или другие иностранные языки как средство обучения. Физика — дисциплина, являющаяся фундаментальной для понимания медицинских технологий и методов диагностики и лечения, занимает важное место в подготовке медицинских специалистов, обеспечивая фундаментальные знания для понимания таких технологий, как радиационная терапия, медицинская визуализация, биомеханика и электрофизиология и т.д. Использование языка-посредника в обучении создает ряд уникальных проблем, связанных с языковыми барьерами, адаптацией учебных материалов, междисциплинарной интеграцией и культурными различиями.

Цель исследования – выявить актуальные сложности, существующие на данный момент, в преподавании физики на языке-посреднике (например, английском или другом языке, отличном от родного студента) на медицинских специальностях, а также предлагаются возможные пути их преодоления, что важно для повышения эффективности обучения и повышения качества подготовки будущих врачей.

Материалы и методы исследования. Исследовались образовательные процессы и педагогические практики при изучении физики иностранными студентами-медиками в условиях использования английского языка как языка-посредника. В рамках исследования анализировались учебные материалы, методы преподавания, а также восприятие и уровень освоения физики студентами медицинских специальностей.

Результаты исследования. Одной из наиболее острых проблем является недостаточное владение студентами языком преподавания, что негативно сказывается на усвоении сложных физических концепций. Исследования показывают, что языковой барьер снижает когнитивную активность, мешает формированию глубокого понимания и критического мышления. Особенно это касается специализированной терминологии, которая зачастую является новым и требует дополнительных усилий для интерпретации и закрепления.

Кроме того, языковой барьер влияет на развитие критического мышления, поскольку студенты вынуждены тратить значительное время на перевод и интерпретацию терминов, что отвлекает от анализа сути физических процессов. В результате возникает риск поверхностного усвоения материала и формирования неправильных представлений, что негативно сказывается на подготовке к практической деятельности [3].

Исследования также показывают, что студенты с низким уровнем владения языком чаще испытывают стресс и теряют мотивацию к обучению, что негативно сказывается на их академической успеваемости и профессиональной подготовке [2].

Большинство учебных пособий, презентаций, сборников заданий и методических указаний к выполнению лабораторных работ создаются на английском языке без учета языковых особенностей студентов. Это вызывает необходимость дополнительного перевода и интерпретации, что увеличивает когнитивную нагрузку и замедляет процесс обучения. В условиях ограниченного времени и высокой плотности учебной программы такие сложности могут привести к пропуску важных аспектов физики, а также к искажениям смыслов при переводе, что снижает качество усвоения.

Адаптация учебных материалов с учетом языковых и культурных особенностей студентов является важным направлением развития педагогики. Использование двуязычных пособий, визуальных схем, мультимедийных ресурсов и интерактивных платформ способствует более эффективному восприятию информации и снижению когнитивной нагрузки. Также необходимо разрабатывать специальные методические рекомендации для преподавателей по созданию локализованных учебных материалов, учитывающих особенности восприятия студентов [3].

Медицинские студенты нуждаются в практическом понимании физических принципов, применимых в клинической практике. Например, радиационная физика лежит в основе радиотерапии, а биомеханика — в понимании движений и травм. Однако зачастую существует разрыв между теоретическими знаниями и их практическим применением, что снижает мотивацию студентов и усложняет подготовку к реальным профессиональным ситуациям.

Недостаточная интеграция физики в клиническую практику приводит к тому, что студенты воспринимают физические знания как абстрактные и неактуальные, что снижает их заинтересованность и желание углублять знания. В результате, возникает необходимость в разработке междисциплинарных программ, объединяющих физику и медицину, а также в использовании практических кейсов, симуляторов и виртуальных лабораторий, которые демонстрируют применение физических принципов в реальных ситуациях.

Традиционные методы преподавания физики, основанные на лекциях и заучивании формул, оказываются недостаточно эффективными для студентов-медиков, особенно при языковых барьерах. Исследования показывают, что использование интерактивных методов, таких как моделирование, проектное обучение, лабораторные практики и кейсовые технологии, способствует более глубокому усвоению материала и развитию критического мышления.

Внедрение таких методов требует пересмотра учебных программ, повышения квалификации преподавателей и использования современных технологий, например, виртуальных лабораторий и симуляторов [3]. Это позволяет студентам не только лучше понять физические процессы, но и развить навыки самостоятельного анализа и решения практических задач, что особенно важно в условиях языкового барьера.

Различия в образовательных системах, культурных традициях и ожиданиях студентов также оказывают влияние на восприятие и мотивацию. В некоторых странах преобладает

формальный подход, ориентированный на запоминание, в то время как в других — поощряется самостоятельность и практическое применение знаний. Эти различия требуют учета при разработке международных программ обучения и адаптации методов преподавания.

Кроме того, культурные особенности могут влиять на восприятие роли преподавателя и студента, а также на уровень поддержки и мотивации. В связи с этим важно внедрять межкультурные образовательные стратегии, способствующие созданию инклюзивной и мотивирующей среды обучения. Например, использование методов активного обучения и групповых проектов способствует развитию командных навыков и повышению мотивации студентов из разных культурных сред.

Для преодоления указанных проблем необходимо внедрять комплексные меры, включающие:

- Создание двуязычных и локализованных учебных материалов, учитывающих культурные особенности студентов.
- Использование современных технологий, таких как виртуальные лаборатории, симуляторы и мультимедийные платформы, для повышения интерактивности и практической направленности обучения.
- Разработка междисциплинарных программ, объединяющих физику и медицину, с акцентом на практическое применение знаний.
- Повышение квалификации преподавателей в области межкультурной педагогики и использования инновационных методов обучения.
- Внедрение межкультурных стратегий, способствующих созданию инклюзивной образовательной среды.

Выводы. Проблемы преподавания физики на языке-посреднике в медицинских специальностях требуют системных решений, направленных на снижение языковых барьеров, адаптацию учебных материалов и развитие междисциплинарных и межкультурных подходов. Внедрение инновационных педагогических методов и технологий, а также создание условий для практического применения знаний, позволит повысить качество медицинского образования, подготовить компетентных специалистов и обеспечить их успешную профессиональную деятельность в условиях глобализации.

Список литературы

1. Коробкова, С. А. Трансформация методов обучения физика при подготовке иностранных студентов [Текст] / С. А. Коробкова // Журнал научных публикаций «Дискуссия». Педагогические науки. — 2014. — № 10(51). — С. 144-147.
2. Проницына, О. С., Проницына, В. В. Медицинское образование в современных ВУЗах на языке-посреднике: Проблемы и пути их решения [Текст] / О. С. Проницына, В. В. Проницына // International Journal of Humanities and Natural Sciences. — 2022. — № 8-1 (71). — С. 115-120.
3. Фетисова, Е. В. Методика проведения практических занятий по физике с иностранными студентами, обучающимися с использованием языка посредника [Текст] / Е. В. Фетисова // Международный научный журнал «Инновационная наука». — 2015. — № 12. — С. 273-276.

ФОРМИРОВАНИЕ АКТИВНОЙ ГРАЖДАНСКОЙ ПОЗИЦИИ И ПАТРИОТИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ В СТУДЕНЧЕСКОЙ СРЕДЕ

Едноровская О.В., Завидовская К.В.

ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет»
г. Курск, Россия

Кафедра биологической и химической технологии

Актуальность. Преобразования, происходящие в современных условиях, приводят к значительным переменам в социальной, экономической, политической и духовных сферах нашего общества. В настоящее время под влиянием телевидения, Интернет-сети, средств массовой информации, периодических изданий отдельные личности призывают жить молодежь сегодняшним днем, легко добиваться планируемых результатов, соответствовать стандартам общества потребления. Происходит трансформация традиционных ценностей, связанная с притуплением чувства патриотизма и гражданственности, неуважительным отношением к государству и обществу, проявлением агрессии и эгоизма [1]. Особенно остро данная проблема прослеживается в среде молодежи [2]. В данном аспекте проблема формирования патриотического сознания студентов на современном этапе развития нашего общества — это одно из наиболее актуальных и значимых направлений в системе подготовки молодого поколения к самостоятельной жизнедеятельности.

Цель исследования. Целью настоящего исследования является рассмотрение сущности понятия «патриотизм», обоснование значимости патриотизма в сознании молодых людей, учет специфики его формирования у студентов [1].

Материалы и методы. Для реализации исследовательских целей применялись следующие методы исследования: теоретический анализ отечественной научной литературы по педагогике, психологии; обобщение педагогического опыта формирования патриотического сознания студентов высшего учебного заведения.

Результаты исследования. В значительной части современных научных работ патриотизм рассматривается в контексте социально накопленного потенциала. Патриотизм (любовь к Отечеству) предполагает деятельную любовь к своей стране, к своему народу — к Родине. Патриотизм является одной из важнейших социальных ценностей [3].

Патриотизм рассматривается как интегративное свойство, включающее патриотические знания, взгляды, убеждения, патриотические чувства, уважительное отношение к историческому прошлому и унаследованным от него традициям, стремление своей деятельностью способствовать расцвету Родины. Патриотизм выражается ощущением принадлежности к своей нации, культуре, стремлением активно способствовать ее прогрессу и процветанию. Исследователи рассматривают патриотизм как совокупность нравственных чувств и черт поведения, включающую любовь к Родине, следование и умножение традиций своего народа, бережное отношение к историческим памятникам, обычаям родной страны, привязанность к родным местам, уважение обычаев и культуры, уважение иных стран и народов, стремление к сотрудничеству с ними. Утверждается, что это комплекс субъективных качеств личности, который проявляется во взаимоотношениях и деятельности личности при выполнении социально-ролевых функций — осознанной законопослушности, патриотической преданности. Исследуя значимость психологических механизмов и факторов формирования патриотизма, приходим к выводу: патриотизм — это результат сформированного социального чувства и способ эмоционально-нравственного отражения действительности [4].

Признаками патриотической направленности личности является интерес к познанию своей Родины, что проявляется в деятельности и поступках. Как часть общественного сознания патриотизм проявляется в коллективных убеждениях, чувствах, оценках по отношению к своему народу, его образу жизни, государству, истории, культуре, системе традиционных ценностей.

На уровне конкретной личности патриотизм выступает как основополагающая, устойчивая характеристика, выражающаяся в его мировоззрении, нравственных идеалах и нормах

поведения. При обосновании социально-психологических факторов формирования патриотического сознания молодежи отмечается влияние семьи и влияние образовательного учреждения.

Жизнедеятельность современного общества во многом зависит от уровня сформированности патриотического сознания и гражданской позиции молодого поколения, потребностей в духовно-нравственном совершенствовании, от уважения к историко-культурному наследию [5].

Вывод. Опыт патриотического воспитания подтверждает, что необходимо включать студентов в различные виды деятельности, которые способствуют проявлению патриотического поведения: историко-краеведческая и поисковая работа, реализуемая в ходе студенческого краеведческого туризма. Убедились, что следует использовать такие формы, как заседание круглого стола, научные конференции, форумы, викторины, олимпиады, конкурсы. Целесообразно вводить специальные учебные курсы по гражданскому и патриотическому воспитанию молодого поколения, привлекать студентов к участию в мероприятиях и конкурсах патриотической направленности, в гражданско-патриотических и благотворительных акциях.

Список литературы

1. Ильясова, Зингер 2015 – Ильясова А.В., Зингер О.А. Патриотизм как элемент культуры студенческой молодежи // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1–1. С. 1438.
2. Агапова 2007 – Агапова Г.В. К вопросу о патриотическом воспитании студенческой молодежи // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2007. Т. 17, № 43–2. С. 9–12
3. Лебедева, Орлова 2019 – Лебедева Л.Г., Орлова Л.В. Патриотизм как актуальная социальная ценность российских поколений // Социодинамика. 2019
4. Едноровская О.В. Адаптация первокурсников биотехнологического факультета к корпоративной культуре вуза. В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 88-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2023. С. 372–374.
5. Едноровская О.В. Гражданско - патриотическое направление в воспитании студентов биотехнологического факультета. В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 87-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2022. С. 265–268.
6. Секерина, И. Ю. Основные направления воспитательной работы на биотехнологическом факультете / И. Ю. Секерина, К. В. Завидовская // Биотехнология и биомедицинская инженерия : Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Курск, 29 марта 2016 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2016. – С. 39–41.

ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ КУЛЬТУРЫ И ГРАМОТНОСТИ У СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЕЖИ

Едноровская О.В., Завидовская К.В.

ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет»
г. Курск, Россия

Кафедра биологической и химической технологии

Актуальность. Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что информация и знания играют важную роль для развития образования, науки, культуры и коммуникации, расширения прав и возможностей, содействия культурному разнообразию и усилению от-

крытости управления. Кроме того, следствием цифровой революции стал рост доступности информации в разных формах — не только в традиционно текстовой, но и визуальной, звуковой. Этот рост порождает потребность постоянного поиска релевантного и необходимого контента, высоких скоростей обработки новой информации, осуществление выбора между интересной и полезной (необходимой, отвечающей на запрос) информацией.

Цель исследования. Проанализировать подходы к понятию «информационная культура» и информационная грамотность, обозначив их структуру и показатели, позволяющие проведение дальнейшего исследования.

Материалы и методы. Понятие «информация» становится предметом интереса для разных наук: философии, социологии, лингвистики, технических дисциплин. В настоящее время сложился корпус текстов, затрагивающих разные аспекты проблем информации и информационной культуры в той или иной степени. Наиболее общие социально-философские предпосылки, послужившие основой для исследования проблем формирования информационной культуры, заложены в работах Д. Белла, М. Кастельса, М. Маклюэна, С. Нора, О. Тоффлера, К. Шеннона [1].

Результаты исследования. В философии 40-х гг. XX века информация становится объектом исследования и, начиная с этого периода, можно говорить о возникновении понятия и анализе информационных процессов в культуре. Впервые наиболее полный анализ предпринят в работах К. Шеннона и основоположника системного подхода Н. Винера: информация понималась как смещение неопределенности в сторону определенности, характеристики не только аспектов общения, но и коммуникативных явлений в технике. Модель связи, предложенная К. Шенноном, является основой многих работ по теории коммуникации.

В 1960-х гг. М. Маклюэн разрабатывает идею того, что смена эпох в истории человечества определяется господствующими средствами коммуникации (язык, печать, телевидение, компьютер и др.) и, соответственно, связывает социокультурный процесс с особенностями получения, переработки и передачи информации.

В работах Р. Арона, Д. Белла, У. Ростоу, Э. Тоффлера определение информационной культуры связывалось с формированием нового постиндустриального или информационного общества, где главную роль играет не материальное производство, а обработка информации [2]. Так, актуальность исследований информационной культуры многие исследователи связывают с переходом к информационному обществу и становлению культуры соответствующего типа. Социологи выделяют в современных обществах (помимо индустриального) еще два типа: постиндустриальное и информационное. Само понятие «постиндустриальное общество» в научный оборот вводят во второй половине XX в. футурологи Р. Арон, У. Ростоу, Э. Тоффлер [3].

Определение термина свидетельствует о тенденциях развития обществ нового типа, которые позволяют преодолеть социальное неравенство и ряд противоречий, характерных для индустриального общества. Эти перспективы заложены в развитии техники и технологий, кроме этого, наблюдается изменение систем коммуникации и информации: элементов их конституирующих, свойств и их роли в обществе [5].

Вывод. Таким образом, особый интерес для науки и практики представляют идеи социологического изучения, проблемы соотношения информационной культуры и информационной грамотности, воспитания и образования, образовательных потребностей личности и общества. В исследовательскую повестку должны быть включены не только технологии и правила, которым надо следовать, но и взаимодействия, социальные отношения, складывающиеся между участниками, включенными в различные образовательные и воспитательные процессы.

Список литературы

1. Кастельс М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура / Под науч. ред. О.И. Шкаратана. М. : ГУ ВШЭ, 2000. 608 с

2. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования / Под ред. В.Л. Иноземцева. 2-е изд., испр. и доп. М.: Academia, 2004. С. 787.
3. Ионин Л.Г. Социология в обществе знания: от эпохи модерна к информационному обществу. Высшая школа экономики. М.: ГУ ВШЭ, 2007. 431.
4. Пискарева Т.Н., Едноровская О.В. Воспитательная работа в вузе. В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 25-31.
5. Едноровская О.В. Гражданско - патриотическое направление в воспитании студентов биотехнологического факультета. В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 87-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2022. С. 265-268.
6. Секерина, И. Ю. Основные направления воспитательной работы на биотехнологическом факультете / И. Ю. Секерина, К. В. Завидовская // Биотехнология и биомедицинская инженерия : Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Курск, 29 марта 2016 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2016. – С. 39-41.

КУЛЬТУРНО- ТВОРЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ВОСПИТАНИИ СТУДЕНТОВ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

Едноровская О.В.

ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет»

г. Курск, Россия

Кафедра биологической и химической технологии

Актуальность. Принадлежность человека к категории человека культурного являлась объектом размышлений многих мыслителей. Принято различать несколько моделей, или определенных типов культурного человека, локализованных в пространстве и во времени, и представляющих собой систему ценностей определенной эпохи. Анализируя исторические модели культурного человека, представляется возможным предположить, что необходимость обозначить новые качества культурного человека, соответствующие идеалам и ценностям определенной эпохи, послужила причиной возникновения термина «человек культуры» [2].

Цель исследования. Цель воспитательно-образовательной деятельности вуза, направленной на воспитание студента как человека культуры, представляется возможным определить, как практическую подготовку студенческой молодежи к жизни в определенном культурном пространстве. Составляющим данной практической подготовки является целостное единство следующих навыков и качеств: готовность к диалогу культур, межнациональному общению, свобода, гуманность, духовность, творчество, адаптивность, терпимое отношение к другим людям, взглядам, нравам [1].

Материалы и методы. Анализ научной литературы с целью формирования этапов культурного развития человека.

Результаты исследования. Основным предназначением вуза в современных социально-экономических условиях является обеспечение фундаментальной образовательной и воспитательной подготовки студенческой молодежи с целью последовательной и эффективной реализации инноваций в окружающем мире. В этой связи ресурсный потенциал воспитательно-образовательной среды вуза должен быть ориентирован на подготовку студента как целостного человека культуры, обладающего комплексом качеств, необходимых в современных социально-экономических условиях: духовность, нравственность, самостоятельность, способность к творчеству и диалогу, а также сформированной системой познавательных и профессиональных мотивов, направленных на постоянное самосовершенствование [3].

Анализируя исторические модели культурного человека, представляется возможным предположить, что необходимость обозначить новые качества культурного человека, соот-

ветствующие идеалам и ценностям определенной эпохи, послужила причиной возникновения термина «человек культуры». Анализ научной литературы позволил определить понятие «человек культуры» как поликультурная личность, разносторонне развивающаяся на основе общекультурного опыта предыдущих поколений, обладающая сформированной системой познавательных и профессиональных мотивов, характеризующихся направленностью на постоянное самосовершенствование, а также комплексом качеств, необходимых в современных социокультурных условиях: духовность, нравственность, самостоятельность, способность к творчеству и диалогу. В связи с рассуждением о моделях культурного человека возникает проблема соотношения понятий: культурный человек и человек культуры. Неоспоримым является тот факт, что каждый человек является культурным в том смысле, что он участвует в той или иной культуре, является представителем своей культуры, но при этом далеко не каждого представляется возможным назвать человеком культуры.

Анализ научной литературы позволил выделить формирующие этапы культурного развития человека следующим образом:

- 1) человек культурный
- 2) человек культуры
- 3) культурный человек

Вовлечение и формирование интереса к культурно- творческой деятельности студентов биотехнологического факультета осуществляется привлечением к участию в Межфакультетском смотре творчества первокурсников «Смотрите, кто пришел!», «Дверь в лето», в подготовке видеороликов ко Дню учителя, Дню матери, Международному женскому дню, ко Дню Победы, участие в форуме Творческой молодежи Курской области «Куб», к участию в литературном вечере «С книгой у семейного очага», посвященный Дню матери участие в Областном фестивале студенческого творчества «Студенческая весна Соловьиного края» и т.д. [4].

Вывод. Таким образом, учитывая социально-психологические особенности студенческой молодежи как особой социальной группы, обусловленные неопределенностью статуса, новыми социальными ролями, вхождением в активную фазу общекультурного развития, воспитание студента как человека культуры представляется чрезвычайно значимым. Рассматривая воспитание студента как человека культуры в качестве важнейшей ценности, удовлетворяющей общую потребность современного российского общества в общекультурном развитии молодежи, образовательная среда вуза обладает значимым педагогическим потенциалом и является основным фактором формирования студента как человека культуры.

Список литературы

1. Старикова Л. Д. О соотношении понятий «воспитание» и «обучение» // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2010. № 1. С. 194–202.
2. Пискарева Т.Н., Едноровская О.В. Воспитательная работа в вузе. В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 25-31.
3. Ковригина И.С. Социально- психологическая адаптация: сущность, виды и стадии формирования // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, 2009. №9. С.201-207.
4. Едноровская О.В. Адаптация первокурсников биотехнологического факультета корпоративной культуре вуза. В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 88-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2023. С. 372-374.
5. Секерина, И. Ю. Основные направления воспитательной работы на биотехнологическом факультете / И. Ю. Секерина, К. В. Завидовская // Биотехнология и биомедицинская инженерия : Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Курск, 29 марта 2016 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2016. – С. 39-41.

II. МЕДИЦИНСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

РАЗРАБОТКА МИКРОФЛЮИДНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОПУХОЛЕВОГО МИКРООКРУЖЕНИЯ И ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО СКРИНИНГА ТЕРАПИЙ

А.А. Богданов^{1,2}, В.М. Моисеенко¹, А.А. Богданов¹

¹ГБУЗ «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический) имени Н.П. Напалкова», Санкт-Петербург, Россия

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт аналитического приборостроения Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

Актуальность. Актуальность исследования обусловлена необходимостью создания более точных моделей опухолевого микроокружения *in vitro* для прецизионной онкологии, поскольку существующие системы не воспроизводят его динамику и гетерогенность.

Цель исследования. Настоящее исследование направлено на создание биомиметической микрофлюидной платформы, способной с беспрецедентной точностью воспроизводить динамическое опухолевое микроокружение для прецизионной онкологии [1]. Наша цель выходит за рамки простого культивирования сфероидов — мы стремимся разработать высокопроизводительную систему, объединяющую моделирование роста опухолей, оценку жизнеспособности и скрининг терапевтических воздействий в единой лабораторной среде [2]. Особое внимание уделяется сохранению гетерогенности опухолевых клеток, что крайне важно для персонализированного подхода в онкологических исследованиях [4]. Используемый подход основан на фундаментальных принципах трёхмерного культивирования клеток и межклеточных взаимодействий в опухолевых микрорегионах [3], а также на передовых концепциях микрофлюидных «органов на чипе» [5].

Материалы и методы исследования. В работе использованы две клеточные линии: аденокарцинома толстой кишки мыши CT26 и пациент-производная меланома, что позволило сохранить естественную гетерогенность опухолевых клеток. Микрофлюидная система, разработанная совместно с Институтом Аналитического Приборостроения РАН (СПб), представляет собой чип с 5 параллельными каналами (высота 100 мкм), изготовленный по технологии *soft lithography* с использованием PDMS для обеспечения биосовместимости и оптической прозрачности.

Клетки (1000 на систему) культивировали в среде RPMI-1640 с 10% FBS в атмосфере 5% CO₂ при 37°C. Система обеспечивала автоматизированную замену культуральной среды каждые 24 часа, имитируя естественный обмен веществ в опухолевом микроокружении. Визуализацию проводили на инвертированном микроскопе Nexcore NIB620-FL с программным обеспечением для количественного анализа размера, плотности и жизнеспособности сфероидов в режиме реального времени.

Для оценки жизнеспособности применяли двухцветное флуоресцентное окрашивание: Hoechst 33342 (синий, ядра живых клеток) и Propidium Iodide (красный, клетки с поврежденной мембраной), что позволило точно количественно оценить соотношение жизнеспособных и апоптотических клеток в различных регионах сфероида.

Результаты исследования. Микрофлюидная платформа продемонстрировала значительные преимущества по сравнению с традиционными методами культивирования. Сфероиды формировались в течение 72 часов (в 1,5 раза быстрее, чем в планшетных 3D-культурах), достигая диаметра 200–250 мкм с четко выраженной зональной структурой: периферийный слой пролиферирующих клеток, переходная зона и центральная область с ограниченной жизнеспособностью, имитирующая гипоксические условия не васкуляризованных опухолей.

Флуоресцентный анализ показал 85–90% жизнеспособность клеток в периферических регионах сфероидов, что на 25% превышает показатели традиционных культур. Отсутствие массивного окрашивания PI в периферии и постепенное увеличение красного сигнала к центру подтверждают формирование структурной гетерогенности, характерной для *in vivo* опухолей.

Система продемонстрировала высокую воспроизводимость (коэффициент вариации <10%) и пригодность для параллельного тестирования нескольких терапевтических агентов благодаря наличию 5 независимых каналов, что открывает возможности для высокопроизводительного скрининга.

Выводы. Разработанная микрофлюидная платформа «ОнкоЛаб» представляет собой значительный шаг вперед в создании физиологически релевантных *in vitro* моделей опухолей. Наша система не только точно воспроизводит ключевые аспекты опухолевого микроокружения, но и значительно упрощает процессы культивирования, визуализации и анализа терапевтических ответов.

Эти достижения открывают новые горизонты в персонализированной онкологии: от тестирования индивидуальных терапевтических стратегий на пациентах-производных сфероидов до изучения механизмов инвазии и метастазирования в контролируемых условиях. Интеграция данной технологии с современными биосенсорами и системами анализа данных создаст основу для следующего поколения прецизионных онкологических исследований и ускорит переход от доклинических испытаний к клиническому применению.

Работа выполнена в рамках государственного задания Комитета по здравоохранению Санкт-Петербурга для ГБУЗ «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический) имени Н.П. Напалкова».

Список литературы

1. Сонтхаймер-Фелпс А., Хассел Б. А., Ингбер Д. Э. Моделирование рака в микрофлюидных «органах на чипе» // *Nature Reviews Cancer*. – 2019. – Том 19, № 2. – С. 65–81. – DOI: 10.1038/s41568-018-0125-5.
2. Ван Ю., Ван Л. Микрофлюидная система «опухоль на чипе» для моделирования микроокружения опухоли и скрининга лекарственных препаратов // *Small*. – 2020. – Том 16, № 45. – Статья 2003158. – DOI: 10.1002/smll.202003158.
3. Сазерленд Р. М. Взаимодействие клеток и окружающей среды в микрорегионах опухоли: модель многоклеточного сфероида // *Science*. – 1988. – Том 240, № 4849. – С. 177–184. – DOI: 10.1126/science.2451290.
4. Дейкстра Т. М. Х. [и др.] Сохранение внутриопухолевой гетерогенности в органоидах опухолей, полученных от пациентов, для персонализированного скрининга лекарственных препаратов // *Nature Communications*. – 2022. – Том 13. – Статья 1234. – DOI: 10.1038/s41467-022-28893-3.
5. Бхатия С. Н., Ингбер Д. Э. Микрофлюидные органы на чипах // *Nature Biotechnology*. – 2014. – Том 32, № 8. – С. 760–772. – DOI: 10.1038/nbt.2989.

БИОТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАНСКРИПТАНТОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОГРАММЕ «ВЫЯВЛЕНИЕ РНК SARS-CoV-2 МЕТОДОМ ПЦР»

Мезенцева Н.И.

АСНП «ЦВКК», г. Москва, Россия

Актуальность. В современной биотехнологической практике для обнаружения РНК SARS-CoV-2 широко применяется метод создания комплементарной ДНК (кДНК) вируса посредством обратной транскрипции и последующей амплификации. Этот подход является ключевым элементом в диагностике и контроле распространения инфекции. С целью выявления вирусного генетического материала используют обратную транскрипцию с последующей амплификацией, где обратная транскриптаза обеспечивает синтез кДНК на основе РНК вируса, а специально подобранные праймеры гарантируют высокую специфичность реакции. Применение мультиплексной амплификации позволяет повысить надёжность и точность выявления вируса. Метод ОТ-ПЦР-ПВ (обратная транскрипция-полимеразная цепная реакция в реальном времени) зарекомендовал себя как один из наиболее эффективных инструментов в данной области. С целью мониторинга генетической изменчивости вируса проводится скрининг для выявления мутаций [1, 2]. Согласно отчётам Европейского регионального бюро ВОЗ, в оценке качества выявления SARS-CoV-2 приняли участие 638 лабораторий, что составляет 96,4% от общего числа лабораторий, которым было предложено участие в оценке. При этом 95,9% всех представленных результатов были признаны корректными.

В Российской Федерации функционирует Федеральная система внешней оценки качества (ФСВОК), включающая специализированную программу по диагностике SARS-CoV-2 методом ПЦР. Участие клиничко-диагностических лабораторий в межлабораторных испытаниях является обязательным условием. Внешняя оценка качества (ВОК) ПЦР-тестирования направлена на всестороннюю оценку деятельности лабораторий, выявление потенциальных ошибок и систематическое повышение качества проводимых исследований. ВОК служит подтверждением соблюдения установленных стандартов и правил проведения ПЦР-диагностики, способствует повышению уровня доверия к получаемым результатам и минимизации диагностических ошибок [3, 4]. В рамках программы ВОК лаборатории получают унифицированные образцы, предназначенные для проведения оценки качества ПЦР-анализа.

Целью настоящего исследования является анализ качества результатов, полученных участниками Программ межлабораторных сравнительных испытаний (МСИ) «ФСВОК» по выявлению РНК SARS-CoV-2 методом ПЦР.

Материалы и методы исследования. Автономная некоммерческая организация «Центр внешней оценки качества клинических лабораторных исследований» (АСНП «ЦВКК») разработала технические требования для реализации Программ МСИ «ФСВОК» по выявлению РНК SARS-CoV-2 методом ПЦР. Схема внешней оценки качества выявления РНК SARS-CoV-2 основывалась на применении специально разработанных и изготовленных контрольных образцов, предназначенных для оценки качества и содержащих РНК SARS-CoV-2 в различных концентрациях, а также отрицательного контроля [5-8]. В качестве положительных образцов для проведения МСИ «ФСВОК» использовались образцы для контроля качества (ОПК), содержащие транскрипты РНК SARS-CoV-2. Отрицательные ОПК не содержали РНК SARS-CoV-2, но включали РНК других вирусных агентов. Участники Программ МСИ применяли разнообразные диагностические наборы, произведенные как в Российской Федерации, так и за рубежом, а также комплекты реагентов для выделения РНК/ДНК из клинического материала. Проведена статистическая обработка результатов, предоставленных участниками Программ МСИ.

Результаты исследования. В 2020 году в программах «ФСВОК» по ПЦР-выявлению РНК SARS-CoV-2 приняли участие лаборатории из 27 регионов Российской Федерации, общее число участников составило около 70 клиничко-диагностических лабораторий. Анализ полученных результатов показал, что во всех лабораториях были получены корректные результаты при исследовании образцов, содержащих как РНК коронавируса SARS-CoV-2, так

и инактивированные вирусы. При использовании метода изотермической амплификации был выявлен один ложноположительный и один ложноотрицательный результат. Биотехнологическое производство транскриптантов РНК SARS-CoV-2 и их применение в качестве образцов для контроля качества (ОКК) внесли существенный вклад в развитие программы «Выявление РНК SARS-CoV-2 методом ПЦР». С 2022 года стартовал второй раунд программы внешней оценки качества исследований вируса SARS-CoV-2, который продолжается по настоящее время.

Факторы, влияющие на точность результатов: ошибки интерпретации из-за недостаточной квалификации, неверное заполнение форм, использование необщепринятых терминов.

Меры для минимизации ошибок: внедрение внутрилабораторного контроля качества, постоянное обучение персонала, использование тест-реагентов разных производителей, анализ результатов внешней оценки качества [5-8].

Участники внешней оценки качества программы выявления РНК SARS-CoV-2 методом ПЦР получили свидетельство об участии в программе «ФСВОК-2024».

Выводы. Биотехнологическое производство транскриптантов РНК SARS-CoV-2 и их применение в качестве образцов для контроля качества (ОКК) открывает новые возможности в программе «Выявление РНК SARS-CoV-2 методом ПЦР». В состав программы входят, такие элементы как внутренний контрольный образец (ВКО) — РНК в белковой оболочке, который проходит все стадии анализа вместе с клиническими образцами. Функция ВКО заключается в мониторинге эффективности процесса экстракции РНК, а также протекания реакций обратной транскрипции и ПЦР в реальном времени. Также в программу входит положительный контрольный образец (ПКО-В) — искусственная РНК в белковой оболочке, несущая фрагмент гена N коронавируса SARS-CoV-2. Он предназначен для контроля успешного проведения этапа выделения РНК, прохождения реакций ОТ-ПЦР и ПЦР-ПВ.

Список литературы

- Карпова, Е. А. Поиск генетической основы, определяющей предрасположенность к сепсису // Неделя молодежной науки: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, 17–19 апреля 2024 года. – Москва: МБА им. К. И. Скрябина, 2024. – С. 866–868. – EDN AQQILT.
- Лаптев, С. В. Клеточные и гуморальные механизмы защиты при коронавирусной инфекции // Справочник заведующего КДЛ. – 2021. – № 5. – С. 34–43. – EDN PTCMFV.
- Тарабукина, С. Н. О качестве лабораторной диагностики COVID-19 в регионах России // Фундаментальные исследования в области химии, биологии и экологии: Материалы международной студенческой научно-практической конференции, 24–25 октября 2022 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2022. – С. 197–200. – EDN ANIUND.
- Тарабукина, С. Н. Оценка качества лабораторной диагностики COVID-19 в регионах России // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, товароведения и экспертизы сырья и продуктов животного и растительного происхождения, зоотехнии и биотехнологии: материалы X научно-практической конференции в рамках XII Всероссийского фестиваля науки: сб. тр. студентов и молодых ученых, 30 ноября 2022 года. – Москва: МБА имени К. И. Скрябина, 2022. – С. 96–98. – EDN XXTDMK.
- Мезенцева, Н. И. Внешняя оценка качества ПЦР-выявления РНК SARS-CoV-2 в период пандемии // Клиническая лаборатория: вклад в борьбу с пандемией: Сб. тезисов, Москва, – Москва: «У Никитских ворот», 2022. – С. 89–90. – EDN SDVKLR
- Мезенцева, Н. И. Внешняя оценка качества ПЦР-выявления РНК SARS-CoV-2 в МСИ «ФСВОК» // Сб. тезисов VII ПКЛМ 2021. – Москва: У Никитских ворот, 2021. – С. 144. – EDN GFANLW.
- Мезенцева, Н. И. Разработка программ межлабораторных сличительных испытаний и организация внешней оценки качества ПЦР-диагностики COVID-19 / Н. И. Мезенцева, С. В. Лаптев // Справочник заведующего КДЛ. – 2020. – № 12. – С. 6–10. – EDN ZQJKSC.

8. Мезенцева, Н. И. Результаты участия в программе МСИ «выявление PHK SARS-CoV-2 методом ПЦР» // Молекулярная диагностика и биобезопасность - 2023 : сб. тезисов Конгресса с международным участием, 27–28 апреля 2023 года. – Москва: "Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии" Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. – С. 110–111.
9. Лаптев, С. В. Организация учебных сличительных испытаний в комплексе проводимых мероприятий по формированию практикоориентированного обучения // Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения: Сб. тр. научно-практической конференции, 08 ноября 2022 года. – Москва: Сельскохозяйственные технологии, 2022. – С. 333–334. – EDN MDROOF.
10. Микробиология / Н. И. Мезенцева, Е. П. Каменская, М. Э. Ламберова и др. – Бийск: "Ал-ГТУ им. И. И. Ползунова", 2012. – 319 с.

РЕШАЮЩАЯ РОЛЬ АРИЛ-УГЛЕВОДОРОДНОГО РЕЦЕПТОРА В ПРОТЕКТИВНОМ ЭФФЕКТЕ БУТИРАТА ПРИ DSS-ИНДУЦИРОВАННОМ КОЛИТЕ У МЫШЕЙ

Ерохова А.С., Тухватулин А.И., Джаруллаева А.Ш., Ижаева Ф.М., Унгур А.С., Логунов Д.Ю., Гинцбург А.Л.

Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии имени почетного академика Н. Ф. Гамалей
Лаборатория клеточной микробиологии

Актуальность. Воспалительные заболевания кишечника (ВЗК), включая болезнь Крона и язвенный колит, представляют собой хронические рецидивирующие патологии с высокой частотой осложнений, инвалидизации и значительной летальностью. С 1990 по 2017 год заболеваемость ВЗК увеличилась на 85%, достигнув 7 миллионов [1].

Патогенез ВЗК определяется взаимодействием генетических, иммунных и экологических факторов [1,2]. Существующие методы терапии направлены на подавление воспаления, но их эффективность ограничена, а длительное применение сопровождается риском побочных эффектов и развитием лекарственной резистентности [2]. Это стимулирует поиск новых подходов, в том числе основанных на регуляции метаболической активности кишечной микробиоты [3].

Кишечная микробиота продуцирует широкий спектр биологически активных метаболитов, в том числе короткоцепочечные жирные кислоты (КЦЖК), которые рассматриваются как перспективные модуляторы воспаления и барьерной функции кишечника [3]. Среди КЦЖК наибольшей биологической активностью обладают производные масляной кислоты – бутирата. В экспериментах на моделях колита, включая DSS, TNBS и Muc2-/-, показано, что бутират предотвращает повреждения кишечника, вызванные колитогенными факторами [4]. Поскольку бутират активирует различные клеточные рецепторы (GPR41, GPR43, GPR109A, PPAR γ , ER α , SXR, BAR и AhR), остаётся неясным, реализуется ли эта протекция через одну доминирующую сигнальную ось или посредством вовлечения группы рецепторов [3,4].

В ряде работ показано, что арил-углеводородный рецептор (AhR) критичен для формирования воспаления в кишечнике: его нокаут повышает чувствительность к колиту у мышей, а активация эндогенными/микробными агонистами смягчает симптомы [5]. У человека мутации AhR ассоциированы с семейными формами язвенного колита [6].

Учитывая данные о множественности рецепторов-мишеней бутирата и предполагаемое участие AhR в регуляции воспаления, целью данного исследования явилось определение роли арил-углеводородного рецептора (AhR) в реализации протективного действия бутирата при DSS-индуцированном колите.

Материалы и методы. В работе использовали мышей C57BL/6J (wt) и AhR-дефицитных B6.129-Ahrtm1Bra/J (AhR-/-), которым индуцировали колит посредством добавления DSS в воду в концентрациях 4% и 1% соответственно. Терапию проводили ежедневным эндогастральным введением бутирата натрия (ButNa, 4 мг/мышь) или агониста AhR FICZ (5 мкг/мышь). Массу тела и выживаемость регистрировали ежедневно. Индекс активности заболевания рассчитывали по потере массы тела, наличию крови в стуле (тест-набор «Диахром») и его консистенции (Таблица 1).

Таблица 1. Критерии определения индекса активности заболевания.

Балл	Масса тела	Структура кала	Гематоксезия
0	Потери массы тела нет	Нормальный стул	Стул без примеси крови
1	Потеря массы тела на 3,1-6%	Мягкий стул	Скрытая кровь
2	Потеря массы тела на 6,1-10%	Жидкий стул	Стул с видимой кровью
3	Потеря массы тела на 10,1-15%	Водянистый стул	Наличие засохшей крови на заднем проходе
4	Потеря массы тела более 15%		

Результаты. Согласно схеме исследования, анализировали динамику массы тела, выживаемость и индекс активности заболевания (Рисунок 1).

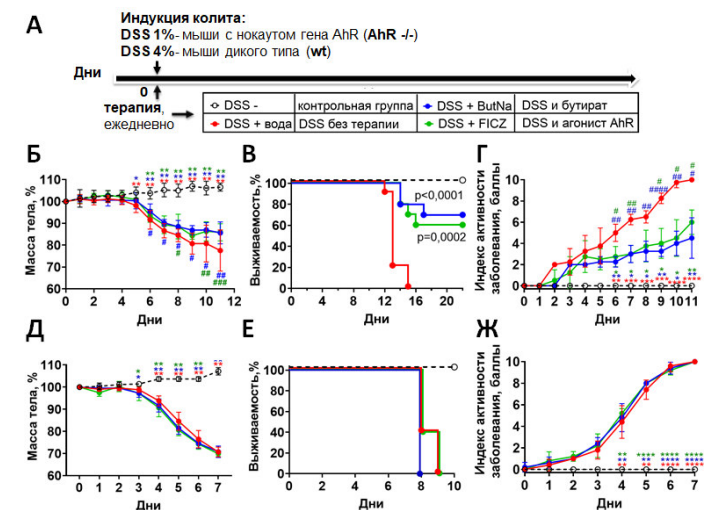


Рисунок 1. Протективное действие бутирата и FICZ при DSS-индуцированном колите у мышей wt и AhR-/- (A) Дизайн исследования. (Б,Д) Изменение массы тела (%) у мышей wt и AhR-/- (n=6). (В,Е) Кривые выживаемости (%) у мышей wt и AhR-/- (n=10; лог-ранговый тест). (Г,Ж) Индекс активности заболевания (баллы, см. таблицу 1) у мышей wt и AhR-/- (n=6). Точки — среднее значение, Т-образные линии — стандартное отклонение. Статистический анализ: двухфакторный ANOVA (Б,Г,Д,Ж). *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,0001 — отличие от DSS-; #p<0,05; ##p<0,01; ###p<0,0005; ####p<0,0001 — отличие от DSS+вода.

У мышей дикого типа DSS-колит характеризовался значимой потерей массы тела (рис. 1Б), 100% летальностью к 15 дню (рис. 1В) и развитием выраженного заболевания (рис. 1Г). Терапия бутиратом уменьшала потерю массы тела (рис. 1Б) и увеличивала выживаемость животных до 70% к 22-му дню (рис. 1В), а также предотвращала рост индекса активности заболевания (4 балла против 10 в контроле; рис. 1Г). Аналогичные результаты показал

FICZ – все клинические проявления колита были смягчены. Эти данные подтверждают протективное действие бутирата и FICZ в модели DSS-индуцированного колита у мышей дикого типа.

У мышей AhR-/- колит развивался быстрее: даже при сниженной дозе DSS (1%), потеря массы тела начиналась уже на 3-й день (рис. 1Д). При этом ни бутират, ни FICZ не улучшали клинические показатели: масса тела, выживаемость и индекс активности заболевания оставались сопоставимы с контрольной группой (рис. 1Д–Ж).

Таким образом, бутират и FICZ демонстрировали практически идентичную защиту животных при DSS-индуцированном колите. При этом в условиях отсутствия AhR FICZ, как и ожидалось, не защищал мышей от колита, однако и бутират также не оказывал протективного действия.

Выводы. Настоящая работа демонстрирует, что, хотя бутират способен взаимодействовать с несколькими рецепторами, при DSS-индуцированном колите его защитное действие реализуется главным образом через активацию AhR, что имеет важное значение для понимания патогенеза ВЗК, а также должно учитываться при разработке новых терапевтических подходов.

Список литературы

1. The global, regional, and national burden of inflammatory bowel disease in 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017/Alatab S, Sepanlou SG, et al //Lancet Gastroenterol Hepatol. 2020;5(1):17-30. doi:10.1016/S2468-1253(19)30333-4.
2. Update on the treatment of inflammatory bowel disease/Park SH//Korean J Intern Med. 2022;37(6):1049-1059. doi:10.3904/kjim.2022.132.
3. Short-chain fatty acids: immunomodulatory metabolites in health and disease/Corridoni D et al // Nat Rev Immunol. 2024;24:xxx–xxx. doi:10.1038/s41577-024-01014-8.
4. Regulatory role of short-chain fatty acids in inflammatory bowel disease /Zhang Z, Zhang H et al.// Cell Commun Signal. 2022;20:11
5. A role for the aryl hydrocarbon receptor in the pathogenesis of inflammatory bowel disease/Arsenescu R, Arsenescu V, et al. //Dig Dis Sci. 2011;56(9):2624-2634. doi:10.1007/s10620-011-1643-9.
6. Identification of a probiotic bacteria-derived activator of the aryl hydrocarbon receptor that inhibits colitis/ Fukumoto S, Toshimitsu T et al.// Int J Mol Med. 2017;40(3):687-700. doi:10.3892/ijmm.2017.3262.

РАЗРАБОТКА ВЕКТОРНОЙ АНТИРАБИЧЕСКОЙ ВАКЦИНЫ НА ОСНОВЕ РЕКОМБИНАНТНОГО АДЕНОВИРУСА

Никонова А.Э., Евграфова Э.А., Зайкова О.Н., Лосич М.А.

ФГБУ «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии им. почетного акад. Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России, Москва

Актуальность. Бешенство (rabies, водобоязнь, гидрофобия) – вирусная зоонозная природно-очаговая инфекционная болезнь с контактным механизмом передачи возбудителя. Заболевание протекает по типу энцефаломиелита, сопровождается дегенерацией нейронов головного и спинного мозга, характеризуется 100% летальностью.

В Российской Федерации вирус регистрируется практически во всех регионах. По данным Роспотребнадзора ежегодно за антирабической помощью обращается около 400 тысяч человек, из них около 250 тысяч человек нуждаются в проведении специфического лечения. [1]

На территории РФ для ПЭП и ПрЭП используются только инактивированные вакцины. Недостатком таких вакцин являются поствакцинальные осложнения, как местные, так и системные, вызываемые большим количеством антигена и адьювантами. [2].

В настоящее время разрабатываются новые подходы к созданию антирабических вакцин. Один из перспективных подходов — использование вирусных векторов.

Аденовирусные векторы широко применяются в разработке вакцин (например, против COVID-19), но выбор серотипа играет ключевую роль в их эффективности. Хотя аденовирус человека 5-го серотипа (Ad5) долгое время был наиболее распространенным вектором, его использование может быть ограничено из-за того, что серопревалентность антител к Ad5 достигает 80% в некоторых регионах мира [3]. Ad5 остается важным инструментом в генной терапии и вакцинологии, однако использование редких серотипов человека (Ad26) или серотипов животных позволит обойти проблему предсуществующего иммунитета и повысить эффективность вакцин.

Цель исследования – создание рекомбинантного аденовируса, обладающего высокой иммунологической эффективностью.

Материалы и методы. В работе были использованы самцы племенных хорьков в возрасте 6 месяцев (ООО «Новые меха»). Для оценки иммуногенности, полученные сыворотки крови хорьков анализировали с помощью реакции вируснейтрализации (FAVN). Ранее нами был показан процесс подбора целевого гена, иммуногенность и протективность на мышах [4]. Культуры клеток ВНК-21 С13 и 293-НЕК. Статистический анализ экспериментальных данных проводился с помощью программы «GraphPad Prism 8».

Результаты и обсуждение.

Получение вирусного вектора на основе аденовируса шимпанзе 23 серотипа.

В работе использовали аденовирус шимпанзе 23 серотипа из коллекции вирусов ФГБУ «НИЦЭМ им. Н.Ф.Гамалеи» Минздрава России. На начальном этапе выделяли полногеномную ДНК аденовируса шимпанзе 23-го серотипа из вирионов стандартными генно-инженерными методами, был которой получили ряд промежуточных плазмид. В результате была получена векторная плазида, несущая геном аденовируса шимпанзе 23-го серотипа с делетированной E1- и E3-областью.

На следующем этапе генно-инженерными методами была создана челночная плазида, которая содержала плечи гомологии из генома аденовируса обезьян 23-го серотипа, в которую встроили путем клонирования экспрессионную кассету с геном гликопротеина G(RV97) под контролем CMV-промотора.

Далее проводили гомологичную рекомбинацию двух ранее полученных плазмид клетках *E. coli*. В результате была получена векторная плазида, содержащая полный геном аденовируса обезьян 23-го серотипа с делецией E1 и E3-областей и экспрессионную кассету.

Далее векторную плазмиду гидролизировали для удаления векторной части *E. coli* и трансфицировали клетки культуры НЕК-293 для получения рекомбинантного вектора на основе генома аденовируса обезьяны 23-го серотипа, несущего ген гликопротеина вируса бешенства штамма RV97 (Ad23-RV97).

Созданный штамм рекомбинантного вектора Ad23-RV97 наращивали в перmissive культуре клеток НЕК-293. Активность аденовирусных вектора определялся общепринятым методом бляшкообразования на клетках линии НЕК-293 и выражается в единицах активности (БОЕ, бляшкообразующие единицы).

Изучение иммуногенности рекомбинантного вектора Ad23-RV97 в сравнении с инактивированной вакциной.

Следующим этапом нашей работы было изучить формирование титров вируснейтрализующих антирабических антител у мелких хищных животных на модели хорьков. В каждой группе было по 5 животных. Ad23-RV97 вводили животным однократно внутримышечно в объеме 200 мкл, а инактивированную вакцину вводили дважды, согласно инструкции. Для оценки иммуногенности на 28 день отбирали сыворотки крови животных и анализировали с помощью реакции вируснейтрализации (FVN).

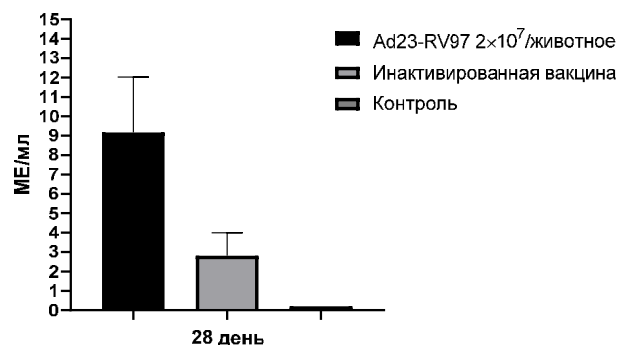


Рисунок 2 – Титры антирабических вируснейтрализующих антител в сыворотке крови хорьков, иммунизированных Ad23-RV97 и контрольных животных: по оси абсцисс – титры через 28 суток после иммунизации; по оси ординат – средний уровень антител, выраженный в МЕ/мл.

Было показано, что в сыворотке крови, иммунизированных Ad23-RV97 хорьков в дозе 2×10^7 БОЕ, уровень вируснейтрализующих антител (ВНА) на 28 день составил в среднем 9,17 МЕ/мл, инактивированной вакциной – 2,8 МЕ/мл, что значительно превышает рекомендованный ВОЗ пороговый уровень 0,5 МЕ/мл, при этом наблюдалась достоверная разница между группами. В контрольной группе титр ВНА на протяжении всего эксперимента не превышал 0,02 МЕ/мл.

У хорьков в нашем исследовании уровень антирабических ВНА уже после однократной иммунизации Ad23-RV97 в несколько раз превышал уровень при иммунизации инактивированной вакциной двукратно по стандартной схеме. Известно, что защитный уровень ВНА после однократного введения животным инактивированной вакцины достигается в менее чем 50% случаев [5].

Выводы. В результате работы был получен вектор на основе аденовируса шимпанзе 23 серотипа, несущего ген гликопротеина вируса бешенства штамма RV97 (Ad23-RV97), показано, что уже после однократного введения уровень антирабических ВНА значительно превышал уровень при иммунизации инактивированной вакциной двукратно по стандартной схеме у хорьков.

Полученные результаты могут послужить основой для разработки вакцины для профилактической вакцинации против бешенства.

Список литературы

1. РЕКОМЕНДАЦИИ ГРАЖДАНАМ: Профилактика бешенства https://www.rosпотреbnadzor.ru/activities/recommendations/details.php?ELEMENT_ID=20827
2. Kaye A D, Perilloux D M, Field E, et al. (June 15, 2024) Rabies Vaccine for Prophylaxis and Treatment of Rabies: A Narrative Review. Cureus 16(6): e62429. DOI 10.7759/cureus.62429 Astray RM, Jorge SA, Pereira CA: Rabies vaccine development by expression of recombinant viral glycoprotein. Arch Virol. 2017, 162:323-32. 10.1007/s00705-016-3128-9
3. Hong L, Li J, Zeng W, Li Y, Yu C, Zhao S, Chen L, Feng Y. The seroprevalence of adenoviruses since 20001. Emerg Microbes Infect. 2025 Dec;14(1):2475831. doi: 10.1080/22221751.2025.2475831. Epub 2025 Mar 17. PMID: 40035700; PMCID: PMC11915735.
4. Шмаров М.М., Седова Е.С., Никонова А.Э., Елаков А.Л., Щербинин Д.Н., Артемова Э.А., и др. Иммуногенные и защитные свойства рекомбинантного аденовируса человека 5-го серотипа, экспрессирующего ген гликопротеина G вируса бешенства вакцинного штамма РВ-97. Иммунология. 2020; 41(4): 312–25. <https://doi.org/10.33029/0206-4952-2020-41-4-312-325>

Pimburae RMS, Gunatilake M, Wimalaratne O, Balasuriya A, Perera KADN. Sero-prevalence of virus neutralizing antibodies for rabies in different groups of dogs following vaccination. BMC Vet Res. 2017 May 18;13(1):133. doi: 10.1186/s12917-017-1038-z.

МОДИФИКАЦИЯ НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ ПОЛИМЕРНО-ЛИПИДНОЙ ОБОЛОЧКОЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРАПИИ МЕЛАНОМЫ

Митусова К.А., Богданов А.А., Моисеенко В.М.

ГБУЗ «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический) имени Н.П. Напалкова», Санкт-Петербург, Россия

Актуальность. Современная медицина сталкивается с фундаментальной проблемой — ограниченной эффективностью системной химиотерапии из-за неспецифического распределения противоопухолевых препаратов в организме, что приводит к серьезным побочным эффектам и недостаточной концентрации лекарства в опухолевой ткани [1-3]. Особенно остро эта проблема проявляется при лечении солидных опухолей, где плотная строма, повышенное внутриопухолевое давление и нарушения микроциркуляции, препятствуют проникновению и удержанию терапевтических агентов [4-6]. В этих условиях разработка новых систем доставки, способных обеспечить локальное и пролонгированное высвобождение лекарств непосредственно в опухоли, становится приоритетным направлением биомедицинских исследований [7-9].

Цель исследования – синтезировать модифицированные наночастицы диоксида кремния и провести сравнительный анализ терапевтической эффективности и биораспределения двух типов наночастиц диоксида кремния: немодифицированных наночастиц (НЧ SiO₂) и наночастиц, покрытых полимерно-липидной оболочкой (SiO₂@ПЛ). Введение препаратов непосредственно внутрь опухоли (внутриопухолевая инъекция) позволит оценить возможности улучшения доставки и удержания лекарственного средства.

Материалы и методы исследования. Наночастицы диоксида кремния (НЧ SiO₂) были синтезированы с помощью стандартного золь-гель метода, обеспечивающего получение частиц с нужными физико-химическими характеристиками. Для создания модифицированных наночастиц SiO₂@ПЛ исходные НЧ SiO₂ по каплям вводили в эмульсию, содержащую фосфолипиды лецитина и полиэтиленгликоль (ПЭГ2000), что позволило получить устойчивое полимерно-липидное покрытие. В качестве модели онкологического заболевания использовалась подкожная меланома, что обеспечило релевантную среду для изучения биораспределения и терапевтического эффекта. Для оценки биораспределения применялись комплексные методики: флуоресцентная визуализация, однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ), прямое радиометрическое измерение и флуоресцентный гистологический анализ ткани опухоли.

Результаты исследования. Гидродинамические диаметры немодифицированных наночастиц SiO₂ составляли около 100 нм, а у модифицированных SiO₂@ПЛ – около 120 нм. Значения дзета-потенциала наночастиц изменились с -35 мВ до -60 мВ после нанесения полимерно-липидного слоя, что объясняется увеличением отрицательного заряда из-за присутствия фосфатных групп лецитина. Коллоидная стабильность обеих форм наночастиц была подтверждена в различных средах — фосфатно-солевом буфере, фетальной бычьей сыворотке и физиологическом растворе, при этом размеры частиц плавно изменялись в пределах 150-250 нм на протяжении 144 часов, что свидетельствует о хорошей устойчивости и раздельности частиц.

При внутриопухолевой инъекции флуоресцентно меченых наночастиц почти весь сигнал локализовался в зоне опухолевой ткани, при этом SiO₂@ПЛ демонстрировали более стабильное накопление и удержание в опухоли в течение 48 часов по сравнению с немодифицированными НЧ SiO₂. Радиоактивное мечение и исследование методом SPECT подтвер-

дили высокое накопление SiO₂@ПЛ внутри опухоли (>96%), при этом минимальное распределение наблюдалось в других органах, что говорит об избирательности доставки. Гистологический анализ выявил широкое распространение наночастиц SiO₂@ПЛ внутри опухолевой ткани, подтверждая их высокую биодоступность и возможность целенаправленного воздействия.

В ходе терапии меланомы *in vivo* группы животных, получавшие противоопухолевый препарат как в свободной форме, так и в составе наночастиц, показали значительное подавление роста опухолей. Наиболее выраженное уменьшение объема новообразований наблюдалось в группе, получавшей SiO₂@ПЛ с препаратом — средний объем опухоли составил около 0,25 см³, что значительно меньше объемов в группах с НЧ SiO₂ (~1,1 см³) и контроле (~1,34 см³). Это обусловлено улучшенной биосовместимостью наночастиц с полимерно-липидной оболочкой, что способствовало более эффективному высвобождению действующего вещества при одновременном снижении иммунного ответа организма. Гистологические срезы показали снижение клеточной пролиферации и инвазии опухолевых клеток именно в группах, получавших SiO₂@ПЛ с противоопухолевым препаратом, что подтверждает их повышенную терапевтическую активность.

Выводы. Наночастицы диоксида кремния, модифицированные полимерно-липидной оболочкой, демонстрируют большие перспективы как платформа для локальной целевой доставки противоопухолевых препаратов. Они обеспечивают стабильное накопление в опухоли, высокую биодоступность и значительно усиливают ингибирование роста опухолевой ткани по сравнению с немодифицированными наночастицами. Это делает их многообещающим инструментом для повышения эффективности локальной противоопухолевой терапии с возможностью снижения системных побочных эффектов.

Работа выполнена в рамках государственного задания Комитета по здравоохранению Санкт-Петербурга для ГБУЗ «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический) имени Н.П. Напалкова»

Список литературы

1. Liu Y., Li Y., Liu J. et al. Nanomaterial-based drug delivery systems for cancer therapy: recent advances and future perspectives // *Journal of Nanobiotechnology*. 2022. Vol. 20, № 1. P. 285. DOI: 10.1186/s12951-022-01477-8.
2. Zhang L., Wang H., Liang Y. et al. Engineering nanomaterials for targeted delivery in immunotherapy // *Nature Reviews Bioengineering*. 2022. Vol. 1, № 3. P. 193–210. DOI: 10.1038/s43586-022-00104-y.
3. Chen Q., Liang C., Wang C. et al. Biocompatible photothermal nanomaterials for cancer theranostics // *Biomaterials Science*. 2015. Vol. 3, № 7. P. 937–946. DOI: 10.1039/C5BM00052A.
4. Peer D., Karp J. M., Hong S. et al. Nanocarriers as an emerging platform for cancer therapy // *Advanced Materials*. 2007. Vol. 19, № 23. P. 4043–4052. DOI: 10.1002/adma.200601817.
5. Blanco E., Shen H., Ferrari M. Principles of nanoparticle design for overcoming biological barriers to drug delivery // *Chemical Society Reviews*. 2015. Vol. 44, № 16. P. 5485–5502. DOI: 10.1039/C5CS00798D.
6. Bobo D., Robinson K. J., Islam N. et al. Recent advances in nanoparticle-mediated drug delivery for cancer therapy // *Journal of Controlled Release*. 2020. Vol. 325. P. 675–695. DOI: 10.1016/j.jconrel.2020.08.012.
7. Mitchell M. J., Billingsley M. M., Haley R. M. et al. Engineering precision nanoparticles for drug delivery // *Nano Today*. 2020. Vol. 30. P. 100914. DOI: 10.1016/j.nantod.2020.100914.
8. Shi J., Kantoff P. W., Wooster R., Farokhzad O. C. Cancer nanomedicine: progress, challenges and opportunities // *Advanced Drug Delivery Reviews*. 2019. Vol. 143. P. 1–3. DOI: 10.1016/j.addr.2019.01.002.

9. Li Z., Zhang Y., Wu X. et al. In vivo targeting of macrophages with surface-modified nanoparticles for anti-inflammatory therapy // *Biomaterials*. 2020. Vol. 230. P. 119553. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2019.119553.

ПОЛУЧЕНИЕ РЕКОМБИНАНТНЫХ АДЕНОВИРУСОВ ЧЕЛОВЕКА 2-ГО ТИПА, ЭКСПРЕССИРУЮЩИХ ГЕНЫ РАЗЛИЧНЫХ АНТИГЕНОВ ВИРУСА АФРИКАНСКОЙ ЧУМЫ СВИНЕЙ

Ежова П.Н., Ожаровская Т.А., Попова О., Щербинин Д.Н., Зубкова О.В., Щебляков Д.В., Лозунов Д.Ю.

ФГБУ «НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России

Актуальность. Африканская чума свиней (АЧС), вызываемая вирусом семейства *Asfarviridae*, представляет собой высококонтагиозное заболевание, поражающее всех представителей рода *Sus* и характеризующееся практически 100% летальностью при заражении вирулентными штаммами [1]. Вспышки АЧС приводят к массовому уничтожению поголовья, что влечет за собой катастрофические экономические последствия для свиноводческой отрасли, включая разорение фермерских хозяйств, рост цен на мясо и дестабилизацию продовольственной безопасности [2].

Несмотря на значительные усилия, разработка эффективных препаратов для профилактики АЧС остается серьезной проблемой. Существующие субъединичные вакцины на основе белков и ДНК не защищают животных от гибели [3]. В связи с этим, перспективным направлением является разработка вакцин на основе рекомбинантных аденовирусных векторов, демонстрирующих высокий профиль безопасности и эффективность доставки генов *in vivo*. Показано, что кандидатные вакцины на основе таких векторов способны обеспечить полную защиту животных при заражении вирулентным штаммом вируса АЧС [3,4]. В частности, предложенные вакцины состоят из смеси из восьми [3] или пяти [4] рекомбинантных аденовирусов. Однако, для масштабирования производства таких вакцин необходимо оптимизировать их состав, чтобы избежать сложностей, связанных с одновременным культивированием нескольких вирусных векторов. Поэтому крайне важным является определение оптимального, минимально необходимого набора антигенов, который позволит разработать эффективный препарат, пригодный для крупномасштабного производства и обеспечивающий надежную защиту животных от заражения вирулентным штаммом, что, в свою очередь, будет способствовать снижению экономических потерь в свиноводстве.

Цель исследования — получение рекомбинантных аденовирусов человека 2-го типа, несущих протективно-значимые антигены вируса АЧС для разработки кандидатной вакцины для профилактики АЧС.

Материалы и методы. В ходе работы использовали лабораторные штаммы *E. coli* DH5α (New England Biolabs, США) и BJ5183 (Stratagene, США). Плазмидная конструкция, несущая рекомбинантный геном аденовируса человека 2-го типа с делециями E1 и E3 областей генома (pAd2-dE1/E3), была получена ранее (патент РФ №2024140150, дата подачи 27.12.2024). В работе использовалась клеточная линия HEK293 (клетки почки эмбриона человека), полученная из Российской коллекции клеточных линий позвоночных.

Для достижения поставленной цели использовались молекулярно-биологические (методы молекулярного клонирования, ПЦР, секвенирование) и вирусологические (получение рекомбинантных аденовирусных векторов, накопление и очистка аденовирусов, определение количества аденовирусных частиц и инфекционных частиц) методы.

Результаты исследования. Ранее было показано, что аденовирус человека 2-го типа (Ad2) является перспективной платформой для изучения антигенов АЧС [3]. В связи с этим, данная платформа была выбрана для дальнейших исследований.

Гены белков р30 и CD2v были синтезированы *de novo* и клонированы в вектор pAL2-T (ЗАО «Евроген», Россия). Гены белков р54 и р72 были синтезированы ЗАО «Евроген» (Рос-

сия) и предоставлены в виде готовых плазмидных конструкций. После подтверждения подлинности секвенированием по Сэнгеру, все четыре гена клонировали в пустую экспрессионную кассету плазмидного вектора pSh-Uni.

Затем, методом гомологичной рекомбинации в клетках *E. coli* штамма BJ5183, были получены четыре плазмиды, несущие рекомбинантный геном Ad2 и экспрессионную кассету с одним из генов АЧС: pAd2-p30, pAd2-p54, pAd2-p72 и pAd2-CD2v. Подлинность была подтверждена по электрофоретической подвижности и методом рестрикционного картирования.

Рекомбинантные аденовирусы Ad2-p30, Ad2-p54, Ad2-p72 и Ad2-CD2v оживляли и накапливали в клетках линии HEK293. Очистку аденовирусов проводили методом двукратного ультрацентрифугирования на приборе Optima XPN-90 (Beckman Coulter Inc., США) в градиенте плотности CsCl по стандартному протоколу (Рис. 1). Опалесцирующие области собирали в равном конечном объеме (1 мл) и оценивали количество и титры полученных аденовирусов (табл. 1).

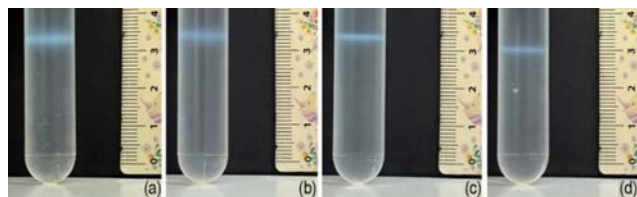


Рисунок 1. Результаты ультрацентрифугирования аденовирусов (a) Ad2-p30, (b) Ad2-p72, (c) Ad2-p54 и (d) Ad2-CD2v в равновесном градиенте CsCl.

Таблица 1 – Характеристики рекомбинантных аденовирусов

Рекомбинантный аденовирус	ТЦД ₅₀ /мл	Количество геномов/мл	Количество в.ч./мл	Коэффициент инфекционности
Ad2-p30	$6,81 \times 10^9$	$2,58 \times 10^{12}$	$2,7 \times 10^{12}$	397
Ad2-p54	$2,15 \times 10^9$	$1,36 \times 10^{12}$	$1,48 \times 10^{12}$	688
Ad2-p72	$4,64 \times 10^9$	$1,85 \times 10^{12}$	$2,1 \times 10^{12}$	453
Ad2-CD2v	$1,58 \times 10^9$	$0,95 \times 10^{12}$	$1,05 \times 10^{12}$	665

На следующем этапе работы осуществляли проверку экспрессии антигена CD2v на поверхности инфицированных клеток. Для этого проводили реакцию гемадсорбции с использованием эритроцитов свиньи по стандартному протоколу (рис. 2). Положительная реакция гемадсорбции свидетельствует об экспрессии антигена CD2v на поверхности инфицированных клеток и его способности связываться с эритроцитами свиньи. Отсутствие гемадсорбции наблюдалось в контрольных образцах (клетках без добавления аденовирусов и клетках, к которым добавляли Ad5-EGFP).

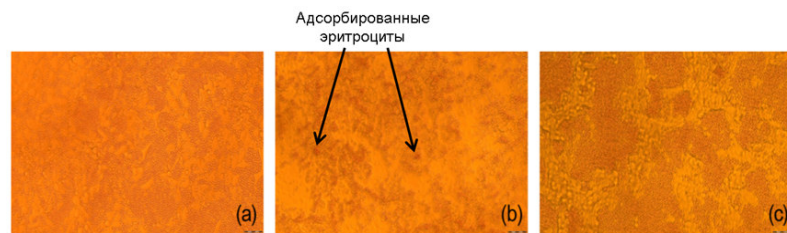


Рисунок 2. Проверка экспрессии гена CD2v аденовирусом Ad2-CD2v: реакция гемадсорбции с эритроцитами свиньи. (a) Ad5-EGFP, (b) Ad2-CD2v, (c) К- – отрицательный контроль (без добавления аденовируса)

Выводы. В данной работе получены и охарактеризованы рекомбинантные аденовирусы, несущие гены протективно-значимых антигенов вируса АЧС: p30, p54, p72 и CD2v. Подтверждены функциональные свойства гена гликопротеина CD2v, экспрессируемого в составе аденовируса Ad2-CD2v. Дальнейшие исследования будут направлены на оценку иммунных и протективных свойств полученных аденовирусных векторов.

Список литературы

1. Ruedas-Torres I. Pathogenicity and virulence of African swine fever virus / Ruedas-Torres I, Thi To Nga B, Salguero FJ // Virulence. – 2024. – Vol. 15, № 1. – DOI: 10.1080/21505594.2024.2375550.
2. Halasa T. Control of African swine fever epidemics in industrialized swine populations / Halasa T, Bøtner A, Mortensen S, et al. // Vet Microbiol. – 2016. – Vol. 197. – P. 142-150.
3. Goatley LC. A Pool of Eight Virally Vectored African Swine Fever Antigens Protect Pigs Against Fatal Disease / Goatley LC, Reis AL, Portugal R, et al. // Vaccines (Basel). – 2020. – Vol. 8, № 2. – DOI: 10.3390/vaccines8020234.
4. Liu W. A new vaccination regimen using adenovirus-vectored vaccine confers effective protection against African swine fever virus in swine / Liu W, Li H, Liu B, et al. // Emerg Microbes Infect. – 2023. – Vol. 12, № 2. – DOI: 10.1080/22221751.2023.2233643.

ВЛИЯНИЕ СОЧЕТАННОЙ СТИМУЛЯЦИИ TOLL- И NOD-ПОДОБНЫХ РЕЦЕПТОРОВ НА СБОРКУ ИНФЛАММАСОМЫ

Беляев Г.Д.

ФГБУ «НИЦЭМ им. Н. Ф. Гамалеи» Минздрава России
Лаборатория клеточной микробиологии

Научный руководитель – к.б.н., в.н.с. Тухватулин А.И.

Актуальность. Врожденный иммунитет распознаёт патогены через паттерн-распознающие рецепторы (PRR), включая Toll-подобные (TLR) и Nod-подобные рецепторы (NLR). Их активация консервативными молекулярными паттернами запускает иммунный ответ, элементом которого является инфламмосома. Этот цитоплазматический мультипротеиновый комплекс обеспечивает связь между распознаванием патогенов и развитием воспаления через активацию каспазы-1 и секрецию ИЛ-1β [1]. Активация инфламмасы представляет собой двухстадийный процесс, включающий фазу прайминга и фазу активации. Прайминг, индуцируемый лигандами PRR, приводит к активации провоспалительных транскрипционных факторов и увеличению экспрессии генов прокаспазы-1 и про-ИЛ-1β. Как ранее считалось, фаза активации инфламмасы инициируется исключительно клеточными стрессовыми сигналами, не опосредованными рецепторами TLR/NOD. Распознавание этих сигналов сенсорными компонентами инфламмасы запускает сборку комплекса, созревание каспазы-1 и секрецию ИЛ-1β [2]. Однако, в последнее время появляется все больше свидетельств о том, что активация ряда PRR, которые ранее считались способными опосредовать только фазу прайминга, также могут инициировать фазу активации инфламмасы [3]. И учитывая, что совместная стимуляция различных PRR демонстрирует синергизм на уровне активации транскрипционных факторов [4], мы предполагаем, что аналогичный эффект может реализовываться и на фазе активации инфламмасы, особенно в контексте широкого спектра PRR, способных активировать NLRP3 инфламмосому.

Цель исследования. Оценить влияние сочетанной стимуляции агонистами TLR и NLR на сборку инфламмасы в моделях *in vitro*.

Материалы и методы исследования. В работе использовали клеточные линии THP-1 Dual™ для репортерной детекции активации NF-κB и IRF, а также THP1-ASC-GFP для визуализации сборки инфламмасы методом проточной цитометрии. Клетки стимулировали селективными агонистами рецепторов NOD1 (C12-iE-DAP) и TLR8 (TL8-506) в течение 18 часов, после чего оценивали активность репортерных генов (щелочная фосфатаза, люцифе-

раза), и формирование инфламмосом (проточная цитометрия). Для количественной оценки синергического эффекта рассчитывали коэффициенты потенцирования (SF) по формуле: по формуле: $SF = (AB - 0) / (A + B - 2 \times 0)$, где AB - эффект комбинации агонистов, A и B - эффекты отдельных агонистов, 0 - базовый уровень в нестимулированных клетках.

Результаты исследования. Для установления дозовой зависимости синергического эффекта клетки THP-1 Dual™ инкубировали с агонистами NOD1 (C12-iE-DAP, 10-1000 нг/мл) и TLR8 (TL8-506, 0,5-4 мкг/мл), после чего измеряли активность репортерных белков. Сочетанная стимуляция вызывала статистически значимый ($p < 0,05$) синергический эффект в активации сигнальных путей NF-κB и IRF, что проявлялось в усилении активности соответствующих репортерных белков – щелочной фосфатазы (рис. 1А) и люциферазы (рис. 1Б).

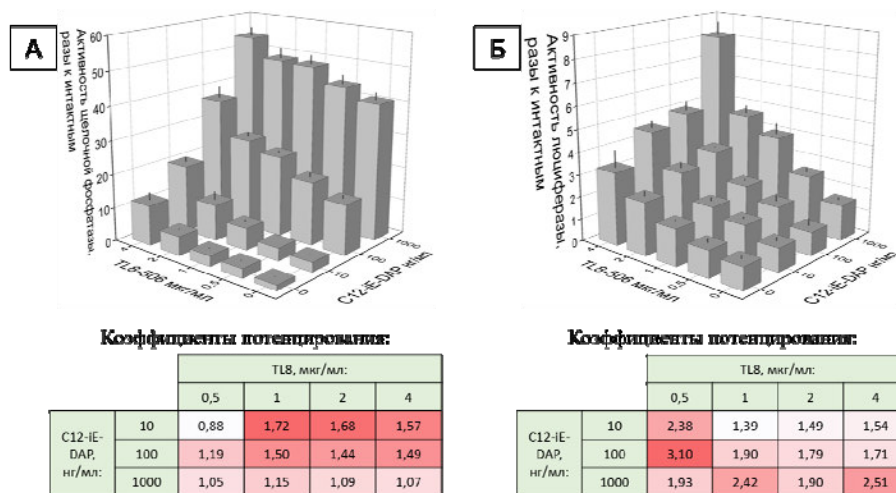


Рисунок 1. Активность NF-κB-зависимой щелочной фосфатазы (А) и IRF-зависимой люциферазы (Б) при стимуляции C12-iE-DAP и TL8-506 и их комбинациями, а также рассчитанные коэффициенты потенцирования

Для оценки сборки инфламмосомы при стимуляции комбинацией C12-iE-DAP и TL8-506 использовали клеточную линию THP1-ASC-GFP. Метод проточной цитометрии позволил дифференцированно оценить прайминг (по средней флуоресценции на клетку, отражающей синтез ASC-GFP) и активацию инфламмосомы (по появлению субпопуляции клеток с олигомеризованными ASC-GFP-комплексами, обладающих характерным флуоресцентным сигналом) (рис. 2А). Результаты демонстрируют статистически значимый ($p < 0,05$) синергический эффект при сборке инфламмосомы. Сравнение коэффициентов потенцирования для сборки инфламмосом (рис. 2Б) ($SF=3,0$) и средней флуоресценции на клетку (рис. 2В) ($SF=1,5$) свидетельствует о том, что синергический эффект реализуется не только стадии прайминга, но и непосредственно на стадии активации.

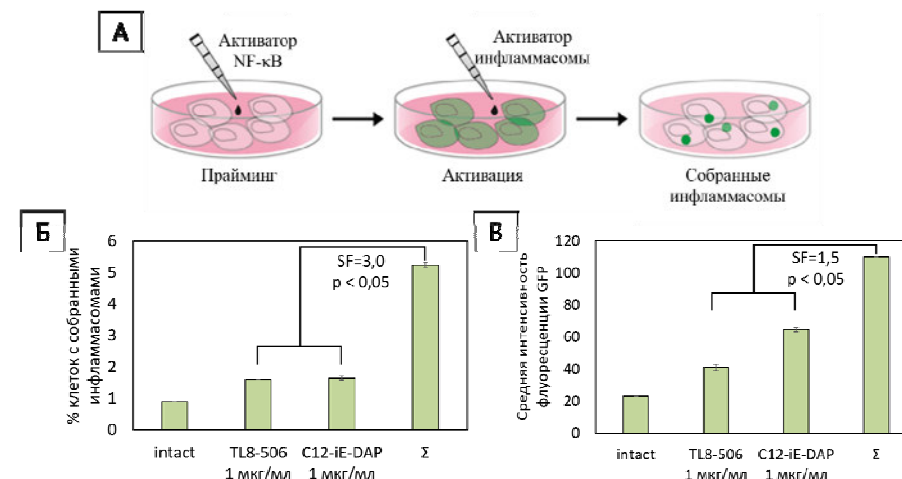


Рисунок 2. Принцип работы клеточной модели THP1-ASC-GFP (А) (Адаптировано из www.invivogen.com). Процент клеток с собранными инфламмосомами (Б) и средний уровень флуоресценции (В) в клетках THP1-ASC-GFP при индивидуальной и сочетанной стимуляции C12-iE-DAP и TL8-506

Выводы. В ходе исследования продемонстрирован синергический эффект при сочетанной активации рецепторов NOD1 и TLR8. Показано, что комбинация агонистов C12-iE-DAP и TL8-506 вызывает потенцирование как на уровне активации транскрипционных факторов NF-κB и IRF, так и на этапе сборки инфламмосомы.

Список литературы

1. Inflammasomes: mechanism of action, role in disease, and therapeutics / Guo H., Callaway J.B., Ting J.P.-Y. // Nature Medicine. – 2015. – Т. 21., No. 7. – С. 677-687.
2. Unraveling the priming phase of NLRP3 inflammasome activation: Molecular insights and clinical relevance / Liao Y., Kong Y., Chen H., Xia J., Zhao J., Zhou Y. // International Immunopharmacology. – 2025. – Т. 146. – С. 113821.
3. Multiple TLRs elicit alternative NLRP3 inflammasome activation in primary human monocytes independent of RIPK1 kinase activity / Unterberger S., Mullen L., Flint M.S., Sacre S. // Frontiers in Immunology. – 2023. – Т. 14.
4. TLR, NLR Agonists, and Other Immune Modulators as Infectious Disease Vaccine Adjuvants / Higgins S.C., Mills K.H.G. // Current Infectious Disease Reports. – 2010. – Т. 12., No. 1. – С. 4-12.

СИНЕРГИЗМ КУРЕНИЯ И ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА *MUTYH* В ФОРМИРОВАНИИ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ К САХАРНОМУ ДИАБЕТУ 2 ТИПА

Семикина Е.В., Азарова Ю.Э., Полоников А.В.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра биологической и химической технологии

Кафедра общей гигиены

НИИ генетической и молекулярной эпидемиологии

Актуальность. Ген *MUTYH* кодирует ДНК-гликозилазу (ЕС:3.2.2.31), участвующую в восстановлении окислительных повреждений ДНК [1]. Фермент состоит из 546 аминокислотных остатков и имеет массу 60,069 кДа. Трехмерная структура *MUTYH*, сгенерированная с помощью онлайн-ресурса uniprot.org (<https://www.uniprot.org/uniprotkb/Q9UIF7/entry>) показана на рисунке 1.

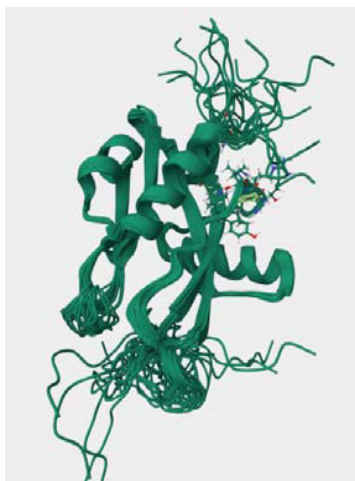


Рисунок 1. Трехмерная структура белка *MUTYH*

Фермент *MUTYH* инициирует восстановление A*охоG до C*G путем удаления неправильно спаренного аденинового основания из остова ДНК и обладает как адениновой, так и 2-ОН-А ДНК-гликозилазной активностью. Кофактором белка служит кластер [4Fe-4S], который, по-видимому, не участвует в катализе, но, вероятно, участвует в правильном позиционировании фермента вдоль цепи ДНК [1-2]. Известно, что мутации в гене *MUTYH* связаны с развитием ряда онкологических заболеваний, в первую очередь, желудочно-кишечного тракта [3]. Данные о роли полиморфизма гена *MUTYH* в формировании предрасположенности к сахарному диабету 2 типа (СД2), заболеваемость которым неуклонно растет во всем мире, в литературе отсутствуют. Учитывая, что курение является одним из факторов риска СД2 [4], провоцируя в том числе и повреждение азотистых оснований ДНК, нам представлялось важным оценить модулирующее влияние этой вредной привычки на риск СД2 у жителей Центрального Черноземья.

Цель исследования – изучить ассоциации полиморфизма гена *MUTYH* с риском развития СД2 с учетом курения.

Материал и методы исследования. Протокол исследования был одобрен Региональным этическим комитетом при Курском государственном медицинском университете. Материалом послужили 3320 образцов ДНК пациентов с СД2 и здоровых доноров биобанка НИИ генетической и молекулярной эпидемиологии. Генотипирование шести однонуклеотидных

вариантов (SNPs) rs3219493, rs3219489, rs3219487, rs3219484, rs3219472, rs3219463 в гене ДНК-гликозилазы человека *MUTYH* выполнено методом полимеразно-цепной реакции в реальном времени с использованием аллель-специфичных флуоресцентно-меченых зондов с помощью прибора CFX96 Real-Time System (Bio-Rad). Анализ ассоциаций SNPs *MUTYH* с изучаемым фенотипом выполнен с применением программы PLINK, анализ гаплотипов – с помощью онлайн-программы SNPStats (<https://www.snpsstats.net/>).

Результаты исследования. Установлена ассоциация rs3219484 с повышенным риском СД2 как у некурящих (OR=1,32, 95% CI=1,03-1,69, P=0,025, аддитивная модель), так и у курящих лиц (OR=1,52, 95% CI=1,03-2,23, P=0,04, доминантная модель), не зависящая от пола, возраста и массы тела участников исследования. Выявлен синергизм курения и носительства варианта rs3219487 в формировании повышенного риска СД2: OR=1,62, 95% CI=1,01-2,61, P=0,039, аддитивная модель. При этом гаплотип H3 *MUTYH* rs3219493C-rs3219489C-rs3219487C-rs3219484T-rs3219472C-rs3219463C ассоциировался с СД2 исключительно у курильщиков: OR=1,32, 95% CI=1,03-1,70, P=0,031.

Анализ эффектов изучаемых SNPs на экспрессию генов в крови, выполненный с помощью инструмента eQTLGen, показал, что вариант rs3219484 ассоциируется со снижением экспрессии генов *ZSWIM5*, *UROD*, *RPS8*, *PIK3R3*, *MMACHC* и с повышением уровня мРНК генов *CCDC163P*, *PRDX1*, *TOE1*, *TESK2* и *EIF2B3*. Полиморфный вариант rs3219487 связан с усилением экспрессии генов *CCDC163P*, *PRDX1*, *UROD* и со снижением экспрессии генов *MUTYH*, *PIK3R3*, *TMEM69* и *MMACHC* в крови.

Выводы. Ассоциация rs3219484 с риском СД2 не зависит от фактора курения, тогда как носительство варианта rs3219487 и гаплотипа H3 *MUTYH* ассоциируется с предрасположенностью к диабету только в сочетании с курением.

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 25-25-20072) и Министерства образования и науки Курской области (соглашение №241 от 19.05.2025 г.).

Список литературы

1. Intronic Variant of *MUTYH* Gene Exhibits A Strong Association with Early Onset of Breast Cancer Susceptibility in Indonesian Women Population / S. S. Panigoro, E. Listiyaningsih, I. Nurlaila et al. // Asian Pac J Cancer Prev. – 2021. – Vol. 22, Iss. 12. – P. 3985-3991.
2. Association of nineteen polymorphisms from seven DNA repair genes and the risk for bladder cancer in Gansu province of China / G. Zhu, H. Su, L. Lu et al. // Oncotarget. – 2016. – Vol. 7, Iss. 21. – P. 31372-31383.
3. Mazzei F. Role of *MUTYH* in human cancer / Mazzei F., Viel A., Bignami M. // Mutat Res. – 2013. – Vol. 743-744. – P. 33-43.
4. rs11927381 polymorphism and type 2 diabetes mellitus: contribution of smoking to the realization of susceptibility to the disease / Azarova I.E., Klyosova E.Y., Lazarenko V.A. et al. // Bull Exp Biol Med. – 2020. – Vol. 168, Iss. 3. – P. 313-316.

АЛГОРИТМ РАЗРАБОТКИ СПОСОБОВ ГЕНОТИПИРОВАНИЯ SNPS ЧЕЛОВЕКА НА ПРИМЕРЕ rs1052133 (C>G) ГЕНА *OGG1*

Семикина Е.В., Азарова Ю.Э., Полоников А.В.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра биологической и химической технологии

НИИ генетической и молекулярной эпидемиологии

Кафедра общей гигиены

Актуальность. Ген *OGG1* кодирует фермент репарации окислительных повреждений ДНК 8-оксогуанин-ДНК-гликозилазу. В клинических исследованиях установлено, что полиморфный вариант rs1052133 (C>G) гена *OGG1* ассоциируется с высоким риском развития колоректального рака [1], гепатоцеллюлярной карциномы [2], а также повышает риск осложнений беременности у пациенток с невынашиванием в анамнезе [3]. В этой связи генотипирование варианта rs1052133 может помочь в выявлении лиц, предрасположенных к перечисленным выше заболеваниям для последующей профилактики.

Цель исследования – разработать простой, быстрый и экономически выгодный способ генотипирования однонуклеотидного варианта rs1052133 (C>G) гена *OGG1* человека методом полимеразно-цепной реакции в режиме реального времени.

Материал и методы исследования. Материалом послужили 95 образцов ДНК здоровых доноров биобанка НИИ генетической и молекулярной эпидемиологии. Для подбора праймеров использовали программу Primer3web version 4.1.0 (<https://primer3.ut.ee/>). В качестве референсной последовательности использовали геномные данные ресурса Ensembl (<https://www.ensembl.org/>). Для генотипирования однонуклеотидного варианта rs1052133 (C>G) методом полимеразно-цепной реакции в режиме реального времени использовали два образца для аллельных вариантов праймера, фланкирующих участок гена *OGG1* длиной 162 пары нуклеотидов: прямой праймер rs1052133 5'-CTAGTCTCACCAGCCCTGAC-3', обратный праймер rs1052133 5'-GTGCCCCATCTAGCCTTCC-3', rs1052133-C-аллель-специфичный флуоресцентно-меченый зонд 5'-(FAM)CCGACCTGCGCCAATC(RTQ1)-3', rs1052133-G-аллель-специфичный флуоресцентно-меченый зонд 5'-(ROX)CCGACCTGCGCCAATG(BHQ)-3'. Праймеры и зонды были синтезированы компанией «Синтол» (г. Москва). Реакцию амплификации проводили в 13,25 мкл смеси ПЦР, содержащей 9,4 мкл ddH₂O, 1,3 мкл раствора MgCl₂ (массовая концентрация 2,5%), 1,3 мкл ПЦР-буфера, 0,2 мкл смеси дНТФ (концентрация 2 ммоль/л), 0,05 мкл раствора прямого и обратного праймера (концентрация 100 пкмоль/мкл), 0,025 мкл раствора каждого TaqMan-зонда (концентрация 100 пкмоль/мкл) и 0,11 мкл Taq ДНК-полимеразы (концентрация 5 Ед/мкл), 1 мкл образца ДНК (минимальная концентрация 10 нг/мкл). ПЦР проводили с помощью прибора CFX96 Real-Time System (Bio-Rad) при следующем режиме: 2 минуты при 50°C, 10 мин при 95°C, затем 38 циклов амплификации, включающей 15 секунд при 95°C и 30 секунд при t=54°C.

Результаты исследования. Анализ результатов генотипирования проводили с помощью программного обеспечения для амплификатора CFX96 Real-Time System (Bio-Rad) версии Bio-Rad CFX Manager 2.1, которое представляет результаты генотипирования в виде распределения аллелей (рис. 1).

Идентификация аллелей rs1052133-C и rs1052133-G гена *OGG1* проводится на основании сравнения интенсивности флуоресценции красителей FAM и ROX, соответственно. Для определения генотипа человека используются конечные значения флуоресценции красителей FAM и ROX.

Для гомозиготных по аллелю С образцов ДНК с генотипом rs1052133-C/C детектируется нарастание флуоресценции по каналу FAM, для гомозиготных по аллелю G образцов ДНК с генотипом rs1052133-G/G детектируется сигнал по каналу ROX, для гетерозиготных образцов с генотипом rs1052133-C/G наблюдается нарастание флуоресценции по обоим каналам детекции, а наличие двух красителей FAM и ROX позволяет определить присутствие

каждого из исследуемых аллелей гена *OGG1* в анализируемом образце ДНК и, соответственно, генотип человека.

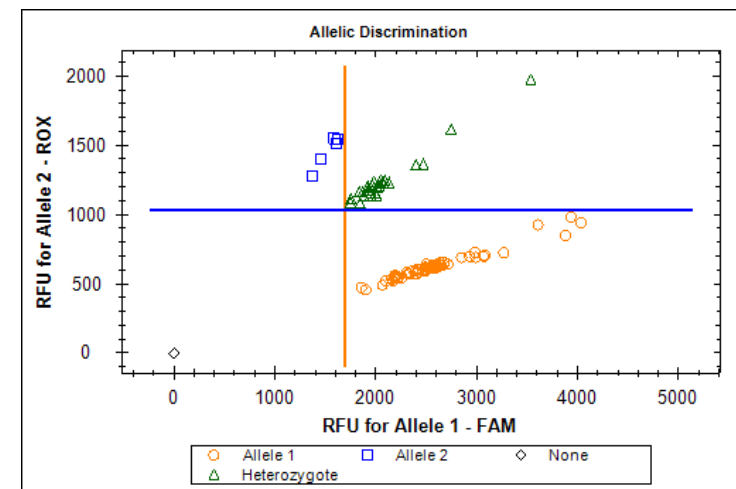


Рисунок 1. Пример распределения аллелей rs1052133-G и rs1052133-C

Результаты генотипирования 95 образцов ДНК здоровых доноров по однонуклеотидному варианту rs1052133 (C>G) гена *OGG1* с помощью матрично-активированной лазерной десорбционно-ионизационной масс-спектрометрии MALDI-TOF на геномном масс-спектрометре MassArray Analyzer 4 (Agena Bioscience) полностью совпали с результатами генотипирования методом полимеразно-цепной реакции в режиме реального времени.

Выводы. Таким образом, разработан простой, быстрый и экономически выгодный способ генотипирования однонуклеотидного варианта rs1052133 (C>G) гена *OGG1* человека методом полимеразно-цепной реакции в режиме реального времени, который позволяет до 1 часа сократить время проведения анализа и даёт возможность провести генотипирование по указанному полиморфному варианту в лаборатории, укомплектованной стандартным оборудованием – амплификатором для проведения ПЦР.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 25-25-20072) и Министерства образования и науки Курской области (соглашение №241 от 19.05.2025 г.).

Список литературы

- Ghelmani Y, Asadian F, Antikchi MH, Dastgheib SA, Shaker SH, Jafari-Nedooshan J, Neamatzadeh H. Association Between the hOGG1 1245C>G (rs1052133) Polymorphism and Susceptibility to Colorectal Cancer: a Meta-analysis Based on 7010 Cases and 10,674 Controls. J Gastrointest Cancer. 2021 Jun; 52(2):389-398.
- Оценка риска нарушения состояния гепатобилиарной системы у работников производства бутилового каучука с учетом анализа полиморфного варианта rs1052133 гена *OGG1* / Э.Р. Кудояров, Д.О. Каримов, А.Б. Бакиров, Г.Ф. Мухаммадиева, Л.К. Каримова, Р.Р. Галимова // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 4. – С. 177–185.
- Полиморфизм генов ферментов системы обмена катехоламинов и эксцизионной репарации ДНК как предиктор репродуктивных потерь / Макаров О.В., Морозова К.В., Сальникова Л.Е., Хаджиева М.Б., Гончарова В.С., Луценко Н.Н. // Акушерство и гинекология. - 2015. - № 2. - С. 60 - 65.

БАКУЛОВИРУСНАЯ СИСТЕМА ПРОДУКЦИИ РЕКОМБИНАНТНЫХ БЕЛКОВ *IN VIVO* В ЛИЧИНКАХ *GALLERIA MELLONELLA*

Кравцов И.Н., Тутыхина И.Л., Карташова А.В., Данилова К.В., Соловьёв А.И., Бурмистрова Д.А.

ФГБУ «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии имени почетного академика Н.Ф. Гамалеи» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

Актуальность. В работе показана возможность экспрессии рекомбинантных белков в личинках *Galleria mellonella* с использованием генно-инженерного вируса ядерного полиэдроза AcMNPV. Стандартный протокол получения белков в бакуловирусной системе заключается в заражении клеточной линии кукурузной совки *Spodoptera frugiperda* Sf9, Sf21 или клеточной линии High Five капустной совки *Trichoplusia ni* с последующим разделением культуральной жидкости и клеток для хроматографической очистки. Бакуловирусная система экспрессии активно применяется в производстве терапевтических препаратов благодаря безопасности для человека вирусов насекомых, неспособных реплицироваться в клетках млекопитающих, высокому уровню экспрессии и схожим с другими эукариотическими продуцентами профилем посттрансляционных модификаций белков [1, 2]. К недостаткам бакуловирусных систем экспрессии можно отнести высокий уровень активности протеолитических ферментов. Для мелкомасштабной бакуловирусной экспрессии белков в исследовательских и обучающих целях недостатком так же может быть требовательность клеточных линий насекомых к составу среды, температуре и стандартными для эукариотических культур требованиями к асептике.

Цель исследования. Оценить возможность экспрессии и очистки рекомбинантного белка из личинок *Galleria mellonella*. Провести сравнение пригодности *Galleria mellonella* и *Manduca sexta* для экспрессии и дальнейшей пробоподготовки образцов для хроматографической очистки.

Материалы и методы. Последовательность кодирующая sfGFP с His tag была клонирована в бакмиду путем сайт-специфичной транслокации в системе Bac-to-Bac (Invitrogen). Полученная бакмида была трансфецирована в клетки Sf9. Через 72 часа супернатантом, содержащим вирусные частицы, заражали монослойную культуру Sf9. Через 48 часов собранный вирусный сток фильтровали через шприцевой фильтр PES 0,22 мкм и использовали для заражения гусениц. Инъекции вирусного стока 2 мкл проводились шприцом Гамильтона под кутикулу гусеницам *Galleria mellonella* возрастом 13-15 дней. Гусеницы переносились в отдельные центрифужные пробирки 1.5 мл типа Эппендорф с проколотой крышкой для вентиляции и содержались без кормления 5-7 дней. После этого гусеница помещалась в центрифужную пробирку 2 мл содержащую 1 мл буфера для нанесения и лизиса (20 mM фосфата натрия, 0,5 M NaCl, 40 mM имидазола, 1 mM PMSF, 0,5 % Triton X-100, 15 U бензоназы pH 7,4), охлаждалась на льду и разрушалась серологической пипеткой на крупные фрагменты. Полученную смесь гомогенизировали 1 минуту на максимальной мощности в ультразвуковом дезинтеграторе MSE Soniprep 150. Гомогенат центрифугировали 30 мин, 10000 g, переносили в новую пробирку и повторно центрифугировали. Осветленный супернатант наносили на колонку для твердофазной экстракции, содержащую 200 мкл сорбента Ni-NTA Sepharose HP (Cytiva), отмывали 1 мл буфера для нанесения. Связанный белок элюировали 200 мкл буфера для элюирования (20 mM фосфата натрия, 0,5 M NaCl, 0,5 M имидазола, 1 mM PMSF, 0,5 % Triton X-100, pH 7,4).

Для заражения гусениц *Manduca sexta* использовался больший объем вирусного стока пропорционально объему гусеницы. Выделение и очистка рекомбинантного белка в этом случае не производилась. Гусеницы после инъекций содержались в террариуме с искусственным кормом 13 дней. Гусеница *Manduca sexta* была вскрыта для оценки распределения

рекомбинантного белка в жировом теле, визуализацию проводили с помощью УФ трансллюминатора.

Результаты исследования. Получен очищенный рекомбинантный белок sfGFP (рисунок 1). Выход белка составил 2-3 мкг белка с гусеницы. Была проведена визуальная оценка распределения экспрессируемого белка в теле гусеницы *Manduca sexta*, которая показала относительно равномерное распределение экспрессии в жировой ткани (рисунок 2).

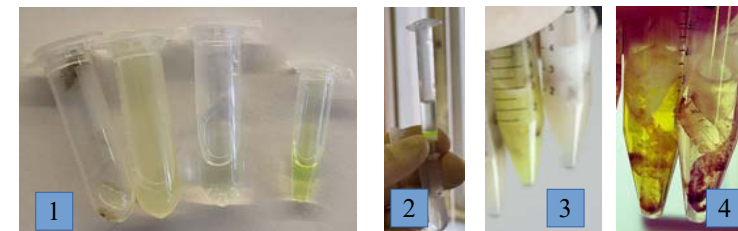


Рисунок 1. Очистка sfGFP из гомогената гусениц. 1 — пробирки содержащие гомогенат одной гусеницы, проскок, отмывка и элюат рекомбинантного белка, 2- sfGFP из гусеничного гомогената сорбированный на Ni-NTA, 3 – гомогенат после ультразвуковой дезинтеграции (четыре гусеницы) справа контрольная гусеница, 4- центрифугированный гомогенат, на фотографии видны частично сохранившиеся хитиновые оболочки.

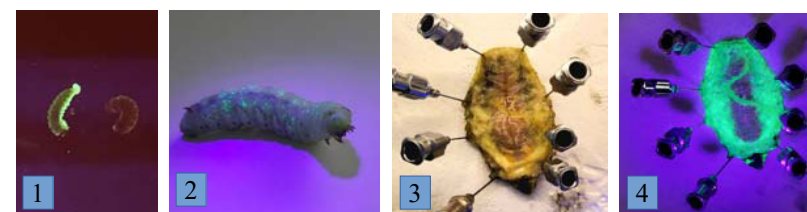


Рисунок 2. Распределение экспрессии sfGFP в тканях *Galleria mellonella* и *Manduca sexta*. 1 – гусеница *Galleria mellonella*, справа контрольная не заражённая гусеница ультрафиолет 365 nm; 2 - Гусеница *Manduca sexta* зараженная рекомбинантным бакуловирусом вирусом, ультрафиолет 365 nm; 3 – вскрытая гусеница *Manduca sexta* видимый свет; 4 – вскрытая гусеница *Manduca sexta* в ультрафиолете 365 nm.

Выводы. Данный подход представляет собой быстрый и простой способ экспрессии рекомбинантных белков при наличии вирусного стока. Мы обнаружили что гусеницы огневки не требуют питания, устойчивы к повреждениям во время инъекций. Средние потери гусениц составили 5% и могут быть снижены за счёт стандартизации условий их выращивания и контроля возрастной стадии. В нашем случае применение PMSF оказалось достаточным для снижения потерь белка от протеолиза, частой проблемы при экспрессии рекомбинантных белков в клетках насекомых. *Manduca sexta* оказалась менее пригодной для экспрессии *in vitro* по причине большого количества балластного материала тела гусеницы, прочной кутикулы, объёма мышечной ткани и относительно низкой продуктивности. Тем не менее известны работы использования крупных гусениц для получения рекомбинантных белков, возможно подбор оптимальной дозы для заражения, возраста личинки, позволит увеличить выход целевого белка [3]. Как мы считаем, главным направлением развития способов экспрессии в живых личинках насекомых должна быть разработка эффективного способа трансфекции *in vivo*, что позволит значительно увеличить ценность данного подхода, полностью исключив необходимость проведения культуральных работ с клетками насекомых.

Список литературы

1. Harrison R. L., Jarvis D. L. Protein N-Glycosylation in the Baculovirus–Insect Cell Expression System and Engineering of Insect Cells to Produce “Mammalianized” Recombinant Glycoproteins Elsevier, 2006. С. 159–191.
2. Pidre M. L. [и др.]. The Magic Staff: A Comprehensive Overview of Baculovirus-Based Technologies Applied to Human and Animal Health // Viruses. 2022. № 1 (15). С. 80.
3. Silkworm Biofactory: Silk to Biology под ред. К. Maenaka, E. Y. Park, CRC Press, 2018.

РАЗРАБОТКА И МАСШТАБИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ КЛЕТОЧНЫХ ЛИНИЙ, ПРОДУЦИРУЮЩИХ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ОДНОДОМЕННЫЕ АНТИТЕЛА

Полянский Д.С.^{1,2*}, Рябова Е.И.¹, Деркаев А.А.¹, Щебляков Д.В.¹,Карпов А.П.¹, Есмагамбетов И.Б.¹¹Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи, Министерство Здравоохранения Российской Федерации, Москва²МИРЭА — Российский технологический университет (Институт тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова), Москва

Научный руководитель — к.б.н., заведующий лабораторией стромальной регуляции иммунитета, Есмагамбетов И.Б.

Актуальность. В течение последних лет моноклональные антитела часто применяются для терапии и экстренной профилактики инфекционных заболеваний. В последние десятилетия активно развивается направление, связанное с применением однодоменных или неканонических антител и их модификаций для терапии различных заболеваний [1-7]. В предыдущих исследованиях нами были получены модифицированные однодоменные антитела, способные нейтрализовать различные штаммы вируса гриппа А и вируса SARS-CoV-2 [1, 4, 6]. На основе полученных модифицированных однодоменных антител, были разработаны препараты GamP2C5 и GamD9.2-G2.3, для терапии Covid-19 и гриппа соответственно. Для производства разработанных препаратов, были получены клеточные линии-продуценты CHO-GamP2C5 и CHO-GamD9.2-G2.3.

Цель исследования: разработать эффективную технологию культивирования клеточных линий-продуцентов CHO-GamP2C5 и CHO-GamD9.2-G2.3, с применением системы Ambr 250, и масштабировать разработанную технологию в осевом биореакторе объемом 200 л.

Результаты. Для клона CHO-GamP2C5 были подобраны оптимальные параметры процесса культивирования: питательная среда ActiPro в комбинации с питательными добавками 7A и 7B, pH = 7.2, температура 37 °C с понижением до 33°C при достижении максимальной плотности, добавление глюкозы до 4 г/л, а также газовой стратегии поддерживающей уровень растворенного кислорода на уровне 40 % и подачи воздуха 4 мл/мин. При данных параметрах культивирования, клеточная линия CHO-GamP2C5 обладала продуктивностью 456 мкг/мл культуральной жидкости. После подбора оптимальных параметров культивирования для клеточной линии CHO-GamP2C5, было проведено культивирование в биореакторе с осевым типом перемешивания с рабочим объемом 200 л, и продуктивность процесса составила 564,4 мкг/мл культуральной жидкости [7].

После ряда экспериментов для клона CHO-GamD9.2-G2.3 были подобраны следующие параметры культивирования: питательная среда AGT Dynamis в комбинации с питательной добавкой Cell Boost 5, pH = 7.2, температура 37 °C, добавление глюкозы до 5 г/л, а также газовой стратегии, поддерживающей уровень растворенного кислорода на уровне 30 % и подачи воздуха 2 мл/мин. При данных параметрах культивирования, клеточная линия CHO-GamD9.2-G2.3 обладала продуктивностью 186 мкг/мл культуральной жидкости. После подбора оптимальных параметров культивирования для клеточной линии CHO-GamD9.2-G2.3,

было проведено культивирование в биореакторе с осевым типом перемешивания с рабочим объемом 200 л и продуктивность процесса составила 180 мкг/мл культуральной жидкости.

Выводы. Разработана технология культивирования клеточных линий CHO-GamP2C5 и CHO-GamD9.2-G2.3, продуцирующих модифицированные однодоменные антитела, нейтрализующие вирус SARS-CoV-2 и вирус гриппа А. Для повышения продуктивности клеточных линий подобраны оптимальные питательные среды в комбинации с питательными добавками. С помощью системы минибиореакторов Ambr 250 проведена работа по подбору оптимальных параметров культивирования, влияющих на продуктивность процесса. Разработанная технология культивирования клеточных линий CHO-GamP2C5 и CHO-GamD9.2-G2.3 была масштабирована в биореакторе осевого типа перемешивания на GMP производстве (Филиал «Медгамал»).

Список литературы

1. Favorskaya I.A., Shcheblyakov D.V., Esmagamбетov I.B., Dolzhikova I.V., Alekseeva I.A., Korobkova A.I., Voronina D.V., Ryabova E.I., Derkaev A.A., Kovyrshina A.V., et al. Single-Domain Antibodies Efficiently Neutralize SARS-CoV-2 Variants of Concern // Front. Immunol. - 2022. - №13. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.822159>
2. Есмагамбетов И.Б., Щебляков Д.В., Егорова Д.А., Воронина О.Л., Деркаев А.А., Воронина Д.В., Попова О., Рябова Е.И., Щербинин Д.Н., Аксенова Е.И., Семенов А.Н., Кунда М.С., Рыжова Н.Н., Зубкова О.В., Тухватулин А.И., Логунов Д.Ю., Народицкий Б.С., Борисевич С.В., Гинцбург А.Л. Наноантитела – потенциальный терапевтический препарат против лихорадки Эбола // Acta Naturae. 2021. № 13(4). С. 53–63. <https://doi.org/10.32607/actanaturae.11487>
3. Derkaev A.A., Ryabova E.I., Esmagamбетov I.B., Shcheblyakov D.V., Godakova S.A., Vinogradova I.D., Noskov A.N., Logunov D.Y., Naroditsky B.S., Gintsburg A.L. rAAV expressing recombinant neutralizing antibody for the botulinum neurotoxin type A prophylaxis // Front. Microbiol. - 2022. - №13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.960937>
4. Voronina D.V., Shcheblyakov D.V., Favorskaya I.A., Esmagamбетov I.B., Dzharullaeva A.S., Tukhvatulin A.I., Zubkova O.V., Popova O., Kan V.Y., Bandelyuk A.S., Shmarov M.M., Logunov D.Y., Naroditsky B.S., Gintsburg A.L. Cross-Reactive Fc-Fused Single-Domain Antibodies to Hemagglutinin Stem Region Protect Mice from Group 1 Influenza A Virus Infection // Viruses. - 2022. - №14(11). <https://doi.org/10.3390/v14112485>
5. Godakova S.A., Noskov A.N., Vinogradova I.D., Ugriumova G.A., Solovyev A.I., Esmagamбетov I.B., Tukhvatulin A.I., Logunov D.Y., Naroditsky B.S., Shcheblyakov D.V., Gintsburg A.L. Camelid VHHs Fused to Human Fc Fragments Provide Long Term Protection Against Botulinum Neurotoxin A in Mice // Toxins (Basel). - 2019. - №11(8). <https://doi.org/10.3390/toxins11080464>
6. Shcheblyakov D.V., Voronina D.V., Favorskaya I.A., Esmagamбетov I.B., Alekseeva I.A., Korobkova A.I., Ryabova E.I., Derkaev A.A., Kan V.Y., Dzharullaeva A.S., Tukhvatulin A.I., Bandelyuk A.S., Shmarov M.M., Logunov D.Y., Gintsburg A.L. Broadly Reactive Nanobody Targeting the H3 Hemagglutinin of the Influenza A Virus // Acta Naturae. - 2024. - Vol. 16. - N. 1. - P. 101-110. doi: 10.32607/actanaturae.27374
7. Полянский Д.С., Рябова Е.И., Деркаев А.А., Старков Н.С., Кашапова И.С., Щебляков Д.В., Карпов А.П., Есмагамбетов И.Б. Разработка технологии культивирования клеточной линии, продуцирующей однодоменное антитело, слитое с Fc-фрагментом IgG1 человека. // Тонкие химические технологии. - 2024. - №19(3). - С. 240-257. <https://doi.org/10.32362/2410-6593-2024-19-3-240-257>

ДОСТАВКА ГЕНОВ АНТИТЕЛ С ПОМОЩЬЮ РЕКОМБИНАНТНЫХ АДЕНОАССОЦИИРОВАННЫХ ВИРУСОВ КАК СТРАТЕГИЯ ПАССИВНОЙ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИММУНИЗАЦИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Рябова Е. И., Довгий М.А., Деркаев А.А., Хоссаин Р.М., Носков А.Н., Должикова И.В., Щедляков Д.В., Есмагамбетов И.Б.

ФГБУ «НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России

Научный руководитель – к.б.н., в.н.с., заведующий лабораторией стромальной регуляции иммунитета Есмагамбетов И.Б.

Актуальность. Генетическая пассивная иммунизация при помощи вирусных векторов, несущих гены нейтрализующих антител, является одним из подходов для создания средств профилактики инфекционных заболеваний. Данный подход особенно актуален для иммунокомпрометированных групп населения, вакцинация которых зачастую недостаточно эффективна. Наиболее перспективным вектором для доставки и длительной экспрессии генов нейтрализующих антител, является рекомбинантный аденоассоциированный вирус (rAAV). Предыдущие исследования показали успешное применение rAAV для генетической пассивной иммунизации и индукции длительной защиты против ВИЧ, вирусов Эболы, Марбург и гриппа [6, 7, 8]. В нашем исследовании, мы применили rAAV для доставки гена тяжелоцепочечного антитела, специфичного к ботулотоксину типа А, и гена тяжелоцепочечного антитела, специфичного к вирусу SARS-CoV-2, с целью изучения возможности применения генетической пассивной иммунизации для профилактики ботулизма и Covid-19.

Цель исследования – изучение возможности применения rAAV для доставки и экспрессии генов нейтрализующих антител и индукции длительной защиты от интоксикации ботулотоксином типа А и инфекции, вызванной вирусом SARS-CoV-2.

Материалы и методы исследования. Препараты rAAV-B11-Fc и rAAV-P2C5-Fc, экспрессирующие гены модифицированных однодоменных антител B11-Fc [1, 5] и P2C5-Fc [4] соответственно, получали как описано [2, 3]. Для изучения защитной активности rAAV-B11-Fc против ботулотоксина типа А использовали мышиную модель летальной интоксикации [1]. Исследование защитной активности rAAV-P2C5-Fc против вируса SARS-CoV-2 (B1.1.1 и Омикрон ВА.5) проводили на ACE2-трансгенных мышах [3, 4].

Результаты исследования. Были получены препараты rAAV-B11-Fc и rAAV-P2C5-Fc, экспрессирующие гены соответствующих нейтрализующих антител B11-Fc и P2C5-Fc. Оба вектора были получены с использованием химерного серотипа AAV-DJ, обладающего высокой трансдуцирующей активностью в отношении широкого спектра клеток и тканей, как *in vitro*, так и *in vivo*.

При однократном внутримышечном введении препарата rAAV-B11-Fc в дозе 10^{11} гк/мышь, наблюдалась 100 % защита от 10 ЛД₅₀ ботулотоксина типа А уже на 1 сутки после введения и сохранялась в течение всей жизни животных (540 дней). Концентрация антитела B11-Fc в сыворотке достигала пиковых значений на 120-е сутки (250 мкг/мл), после чего постепенно снижалась. Защита от экстремально высоких доз ботулотоксина типа А (1000 ЛД₅₀) была продемонстрирована на 78 сутки после введения препарата.

Однократное внутримышечное введение препарата rAAV-P2C5-Fc в дозе 2×10^{11} гк/мышь обеспечивало 100% выживаемость животных в профилактическом и экстренно-профилактическом режимах применения (заражение спустя 24 часа и одновременно с введением препарата, соответственно). Введение rAAV-P2C5-Fc спустя 16 часов после заражения, обеспечивало частичную защиту животных (40%). Длительность защитного эффекта составляла не менее 450 дней после однократного введения.

Максимальная концентрация антитела P2C5-Fc в сыворотке крови мышей, наблюдалась на 120 сутки после введения rAAV-P2C5-Fc и составляла 128 мкг/мл, тогда как вируснейтрализующая активность (титр) сыворотки составила 1/40960. Кроме того, была проде-

монстрирована способность rAAV- P2C5-Fc защищать животных от заражения различными штаммами вируса SARS-CoV-2 (B1.1.1 и Омикрон ВА.5) в профилактическом режиме.

Проведенные эксперименты подтвердили, способность rAAV обеспечивать длительную экспрессию антител *in vivo* и формировать устойчивую защиту против различных инфекционных заболеваний, как вирусной, так и бактериальной этиологии.

Выводы.

1. Получены и охарактеризованы два рекомбинантных AAV-вектора химерного серотипа DJ, rAAV-B11-Fc и rAAV-DJ-P2C5-Fc, экспрессирующие гены модифицированных однодоменных антител, нейтрализующих ботулотоксин типа А и вирус SARS-CoV-2, соответственно.

2. Однократное внутримышечное введение rAAV-B11-Fc обеспечивает быструю и длительную защиту от 10 ЛД₅₀ ботулотоксина типа А, а также защиту от сверхвысоких доз ботулотоксина (1000 ЛД₅₀) в отдаленные сроки после введения.

3. Однократное внутримышечное введение rAAV-P2C5-Fc обеспечивает защиту против различных штаммов вируса SARS-CoV-2, включая B1.1.1 и Omicron ВА.5, в течении не менее 450 дней после введения.

4. Полученные данные подтверждают, что пассивная генетическая иммунизация при помощи rAAV, может быть применима для защиты от инфекционных заболеваний вирусной и бактериальной этиологии.

Список литературы

1. Деркаев, А. А. Кандидатный препарат на основе модифицированных однодоменных антител для терапии ботулизма, вызванного ботулиническим токсином типа А / А. А. Деркаев, Е. И. Рябова, И. Б. Есмагамбетов, Д. В. Щедляков, А. Н. [и др.] // БИОпрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. – 2025. – Т. 25. – № 1. – С. 58–70.
2. Derkaev, A. A. rAAV expressing recombinant neutralizing antibody for the botulinum neurotoxin type A prophylaxis / A. A. Derkaev, E. I. Ryabova, I. B. Esmagambetov, D. V. Shcheblyakov [et al.] // Frontiers in Microbiology. – 2022. – Vol. 13.
3. Esmagambetov, I. B. rAAV expressing recombinant antibody for emergency prevention and long-term prophylaxis of COVID-19 / I. B. Esmagambetov, E. I. Ryabova, A. A. Derkaev, D. V. Shcheblyakov [et al.] // Frontiers in Immunology. – 2023. – Vol. 14.
4. Favorskaya, I. A. Single-domain antibodies efficiently neutralize SARS-CoV-2 variants of concern / I. A. Favorskaya, D. V. Shcheblyakov, I. B. Esmagambetov, I. V. Dolzhikova, I. [et al.] // Frontiers in Immunology. – 2022. – Vol. 13. – Art. 822159.
5. Godakova, S. A. Camelid VHHs Fused to Human Fc Fragments Provide Long Term Protection Against Botulinum Neurotoxin A in Mice / S. A. Godakova, A. N. Noskov, I. D. Vinogradova [et al.] // Toxins. – 2019. – Vol. 11. – № 8. – P. 464.
6. Limberis, M. P. Adeno-associated virus serotype 9 vectors transduce murine alveolar and nasal epithelia and can be readministered / M. P. Limberis, J. M. Wilson // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2006. – Vol. 103. – № 35. – P. 12993–12998.
7. Martinez-Navio, J. M. Adeno-associated virus delivery of anti-HIV monoclonal antibodies can drive long-term virologic suppression / J. M. Martinez-Navio, S. P. Fuchs, S. N. Pantry, W. A. Lauer, N. N. Duggan, B. F. Keele [et al.] // Immunity. – 2019. – Vol. 50. – № 3. – P. 567–575.
8. Tang, J. Past, present, and future of viral vector vaccine platforms: a comprehensive review / J. Tang, M. A. Amin, J. L. Campian // Vaccines. – 2025. – Vol. 13. – № 5. – P. 524.

ДОЛГОСРОЧНЫЙ ИММУННЫЙ ОТВЕТ НА ВАКЦИНУ СПУТНИК ЛАЙТ В ПОПУЛЯЦИИ НЕИНФИЦИРОВАННЫХ И ИНФИЦИРОВАННЫХ SARS-COV-2 ДОБРОВОЛЬЦЕВ

Ижаева Ф.М., Тухватулин А.И., Джаруллаева А.Ш., Ерохова А.С., Лозунов Д.Ю.
ФГБУ «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии имени Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России, Москва, Россия

Актуальность. Данные о долгосрочных параметрах гуморального иммунитета после вакцинации против COVID-19 остаются ограниченными. В частности, наблюдается нехватка сведений о динамике титров и avidности RBD-специфических антител через 6 месяцев или более после одной дозы аденовекторной вакцины Спутник Лайт. Кроме того, мало известно о влиянии перенесённой инфекции SARS-CoV-2 на характеристики поствакцинального иммунитета. Настоящее исследование направлено на изучение этих аспектов.

Целью работы было провести анализ параметров долговременного (в течение 6 месяцев) гуморального иммунитета у вакцинированных препаратом Спутник Лайт добровольцев, инфицированных и не инфицированных вирусом SARS-CoV-2.

Материалы и методы. В исследование были включены 97 добровольцев в возрасте от 18 до 71 года, получивших дозу вакцины Спутник Лайт – векторной вакцины на основе аденовируса человека 26 серотипа, несущего полноразмерный ген S-белка вируса SARS-CoV-2. Исследование было выполнено со стратификацией участников в три подгруппы, различающиеся по наличию и времени перенесённой инфекции SARS-CoV-2: 1) не инфицированные ни до, ни после вакцинации; 2) перенёвшие инфекцию до вакцинации; 3) инфицированные после вакцинации. Все участники получили однократную дозу вакцины ($1 \pm 0,5$) $\times 10^{11}$ вирусных частиц rAd26-S. В ходе в 6-месячного периода наблюдения оценивалась динамика таких параметров, как титр RBD-специфических IgG и индекс avidности антител, а также показатели сероконверсии (доля участников с четырехкратным и более приростом титров антител по сравнению с уровнем до вакцинации). Анализ проводился на 1 (до вакцинации), а также 42, 90 и 180 дни после введения вакцины. Определение титров IgG проводилось с помощью непрямого иммуноферментного анализа (ИФА); индекс avidности (ИА) антител определялся методом ИФА, модифицированным дополнительной стадией инкубации с раствором хаотропного агента – 8М мочевины. Для статистической обработки данных использовались непараметрические тесты Фридмана с поправкой Данна – для сравнения динамики внутри одной группы, и Краскела-Уоллиса – для оценки межгрупповых различий; корреляционный анализ проводился по критерию Пирсона. Статистически значимым считали различия при уровне $p < 0,05$.

Результаты. У неинфицированных добровольцев (группа 1) среднегеометрический титр (СГТ) RBD-специфических IgG с подпороговых значений до вакцинации ($\text{СГТ} \leq 25$) вырос до пикового $\text{СГТ}=1638$ к 42 дню, после чего постепенно снижался к 90 дню ($\text{СГТ}=461$), но оставался выявляемым у большинства участников к 180 дню ($\text{СГТ}=149$). У лиц, инфицированных до вакцинации, (группа 2) наблюдался значительно более высокий исходный уровень антител ($\text{СГТ}=594$) на 1 день исследования, а также резкий подъем титров после введения вакцины ($\text{СГТ}=19986$ на 42 день), который снижался менее выраженно, по сравнению с первой группой: до 6400 на 90 день и затем до 2758 на 180 день. В группе 3, перенесших инфекцию в поствакцинальном периоде, вначале выявлялась схожая динамика титров со значениями в первой группе ($\text{СГТ}=1849$ на 42 день и $\text{СГТ}=673$ на 90 день), однако после инфекции титры увеличивались до $\text{СГТ}=12435$ к 180 дню. Доля участников с сероконверсией в группе 1 достигала 100% уже на 42 день и сохранялась на уровне 73% к 180 дню; в группе 2 сероконверсия наблюдалась у 93% на 42 день и к 180 дню сохранялась на уровне 63%. В группе 3 сероконверсия наблюдалась у 100% добровольцев на 42 день, и затем вновь регистрировалась на этом же уровне на 90 и 180 дни. Индекс avidности IgG в группе 1 постепенно увеличивался на 42, 90 и 180 дни, демонстрируя значения 0,31, 0,45, 0,61, соответственно. В группе 2 с предсуществующим иммунитетом, индекс avidности еще до вакцина-

ции составлял $\text{ИА}=0,47$, и не изменялся существенно на 42 день ($\text{ИА}=0,44$), но впоследствии увеличивался до $\text{ИА}=0,63$ на 90 день и достигал наибольшего среди исследуемых групп значения $\text{ИА}=0,75$ на 180 день. В группе 3, перенесших инфекцию в период после вакцинации, индекс avidности постепенно увеличивался до 0,34, 0, 45 и 0,58, соответственно, на 42, 90 и 180 дни. Корреляционный анализ между уровнем титра IgG и индексом avidности выявил слабую взаимосвязь в группе 1 ($r=0,3415$; $p<0,0001$); в группе 2 корреляции не наблюдалось ($r=-0,0508$; $p=0,7102$); была обнаружена сильная корреляция в группе 3 ($r=0,6487$; $p<0,0001$).

Выводы. Было показано, что вакцина Спутник Лайт индуцирует к 42 дню формирование устойчивого гуморального иммунитета у 100% добровольцев, сохраняющегося по меньшей мере в течение 180 дней у 63%. После вакцинации наблюдается повышение индекса avidности антител, что отражает процесс их аффинного созревания. Вместе с тем, перенесенная инфекция SARS-CoV-2 может существенно влиять на параметры гуморального иммунного ответа. Неоднородность такого влияния, проявляющаяся в различиях динамики титров IgG-антител и индекса avidности у инфицированных и неинфицированных лиц, может быть обусловлена особенностями активации В-клеток после повторного контакта с антигеном. При вакцинации лиц с ранее перенесенной инфекцией или при инфицировании после вакцинации в иммунный ответ вовлекаются новые клоны наивных В-лимфоцитов, синтезирующие преимущественно низкоаффинные антитела. Это приводит к относительному снижению вклада ранее сформированных В-клеток памяти, продуцирующих высокоаффинные антитела, и, как следствие, к изменению индекса avidности антител.

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К КОНСТРУИРОВАНИЮ МЕДСРЕДСТВА ПО ДЕГРАДАЦИИ ОПУХОЛЕВИДНЫХ ИНФИЛЬТРАТОВ СПИННЫХ МЫШЦ У ДЕТЕЙ БОЛЬНЫХ ПРОГРЕССИРУЮЩЕЙ ОССИФИЦИРУЮЩЕЙ ФИБРОДИСПЛАЗИЕЙ (ФОП)

Алексин А.А.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра общей и биоорганической химии
Научный руководитель – к.х.н., доцент Ямпольский Л.М.

Актуальность. Фибродисплазия оссифицирующая прогрессирующая (ФОП) – редкое генетическое заболевание, имеющее аутосомно-доминантный тип наследования. ФОП характеризуется врождёнными пороками развития скелета и прогрессирующим внескелетным затвердением мягких тканей, является тяжелой формой гетеротопической оссификации, что ведет к необратимому ограничению подвижности людей, их последующей инвалидизации и смерти, связанной с оссификацией межреберных мышц, блокировкой дыхания. В профессиональных кругах ФОП получил нарицательное название «болезнь второго скелета». Распространенность диагностированного ФОП не велика и заболевание относится к «орфанным». По статистике средняя продолжительность жизни людей страдающих ФОП составляет 40-60 лет, при этом активное прогрессирование болезни начинается в первое десятилетие жизни, а триггерами для оссификации мягких тканей являются любые внешние воздействия на организм [1].

Диагностика ФОП осложняется тем, что заболевание редко встречается, симптоматика, достаточно разнообразна. Поэтому, реальное количество больных значительно превышает число официально диагностированных случаев: один на два миллиона человек [2]. Фактически, ФОП представляет собой патологический остеогенез мышц, связок, сухожилий с формированием полноценной костной ткани вплоть до возникновения «вторичного скелета». Исследование причин и механизмов возникновения ФОП продолжается, позитивные результаты связаны с появлением нового препарата «паловаротен», несколько снижающего степень оссификации, но не решающего проблему принципиально, так как молекулярно – ионные механизмы возникновения ФОП до конца не изучены. Однако, трактуя проблему в широком

смысле и рассматривая, например, анкилозы, представляющие собой частные виды окостенений суставов, которые формируются по самым разным причинам (болезнь Бехтерева, онкология, травмы, инфекционные заболевания и т.п.), но за счет принципиально сходных молекулярных механизмов, ФОП представляется достаточно глобальной задачей, гораздо более распространённой, чем это принято сейчас считать. Все вышесказанное определяет необходимость и актуальность активных исследований оксифицирующих фибродисплазий и, прежде всего, ФОП.

Цель исследования – разработать модель термодинамических, кинетических и квантово–механических расчетов вероятных молекулярно–ионных механизмов развития заболевания, разработать теоретические принципы и механизм течения оксификации, предложить конструкцию медицинского средства, способствующего устранению опухолевидных инфильтратов, непосредственных предшественников процесса оксификации.

Материалы и методы исследования. В рамках данного сообщения, был проведен теоретический обзор ключевых научно-исследовательских работ, сделано обобщение достигнутых результатов российскими и зарубежными исследовательскими группами, избраны ключевые элементы молекулярно-метаболического процесса, начата расчетно–теоретическая разработка единой модели патологического процесса.

Результаты исследования. Все случаи ФОП, зарегистрированные на сегодняшний день вызваны точечной миссенс-мутацией гена, кодирующего рецептор активина А типа I у человека, что приводит к замене аминокислоты аргинина на гистидин в структуре нечетной части клеточного рецептора ACVR1 [1]. Такие структурные изменения происходят в условиях инициированной гипоксии (воспалительный процесс, снижение pH межклетника, нарушение макро/микроэлементного баланса). Они напрямую ведут к усилению остеогенеза за счет возможности смещения конкурентного взаимодействия активина I с сигнальной системой BMP в сторону усиления последней.

Остается открытым вопрос о непосредственном триггере избыточной оксификации, без которого решение поставленной задачи невозможно. Патогенный вариант ACVR1-рецептора костных морфогенетических белков BMP и активина I, судя по всему, создает более устойчивое соединение с триггером оксификации (в составе BMP), затрудняя этим конкурентные действия активина I, что смещает равновесие специализации клеток – предшественников в сторону образования костной ткани. Эти изменения затрагивают не только гетеротопическую оксификацию, что ведет к образованию костной ткани в тех местах, где это не предусмотрено организмом [4], но старение, проблему заживления ран и т.д. [3].

Хотелось бы отметить, что любое активное воздействие на ткани человека ведет к обратному нарушению макро/микроэлементного баланса, как следствие, к смещению pH, что немедленно будет компенсироваться буферными системами организма при их достаточной структуре и емкости.

Патологические изменения возникают при превышении возможностей компенсирующих механизмов: концентрации, емкости и т.д. Изменяется характер тканевых метаболических процессов – развивается воспалительная реакция, часто сопровождаемая отеком (формирование инфильтратов), что воспринимается иммунной системой человека, как объект для атаки и встречается у детей на начальных стадиях заболевания. Однако, наличие инфильтратов, само по себе, не обязательно означает начало оксификации. Такие образования могут рассасываться без последствий, что говорит о наличии некоего пограничного состояния среды в данных образованиях. При прочих равных, у детей страдающих ФОП может встречаться некий триггер, количество и структура которого способна сместить равновесие как в сторону нормы (усиление конкурентной мощности активина I), так и в сторону развития патологии (интенсификация воздействия сигнальной системы BMP). Соответственно возможны оба варианта: отёчные ткани перерождаются в хондробласты и остеобласты, или рассасываются через достаточно длительное время, необходимое для нормализации метаболических процессов. К сожалению, в случае с ФОП часто появление опухолевидных инфильтратов в мягких тканях перерастает в их последующую кальцификацию: мезенхимальные клетки пре-

вращаются в остеобласты и остециты с формированием гидроксоапатитов в межклетнике, что и приводит к формированию кости посреди мышечных тканей, в связках и сухожилиях, что ведет к ограничению движений, вплоть до полного обездвиживания.

Выводы. Обобщая полученные нами результаты с литературными данными возникает представление о нарушении макро/микроэлементного баланса в мышечной ткани, что ведет к смещению pH межклетника, гипоксии, нарушению метаболического гомеостаза, воспалительному процессу, отеку, как компенсационному процессу и нарушению баланса BMP/Активин I в сторону BMP (оксификации). Состояние опухолевидных инфильтратов, при условии восстановления макро/микроэлементного баланса, pH среды и смещения равновесия в сторону Активина I может быть нормализовано самопроизвольно.

Соответственно, разработка медсредства, способного нормализовать состояние ткани по основным параметрам реакционной среды: pH, ёмкие буферные системы, макро/микроэлементный баланс позволит снизить интенсивность оксификации и формирования опухолевидных инфильтратов. Исследование будет продолжено до достижения положительного результата.

Список литературы

1. Kaplan FS, Le Merrer M, Glaser DL, Pignolo RJ, Goldsby RE, Kitterman JA, Groppe J, Shore EM. Fibrodysplasia ossificans progressiva. Best Pract Res Clin Rheumatol. 2008 Mar;22(1):191-205. doi: 10.1016/j.berh.2007.11.007. PMID: 18328989; PMCID: PMC2424023.
2. Qi Z, Luan J, Zhou X, Cui Y, Han J. Fibrodysplasia ossificans progressiva: Basic understanding and experimental models. Intractable Rare Dis Res. 2017 Nov;6(4):242-248. doi: 10.5582/iridr.2017.01055. PMID: 29259851; PMCID: PMC5735276.
3. Kaplan F.S., Shore E.M., Pignolo R.J. Fibrodysplasia ossificans progressiva emerges from obscurity. Trends Mol Med. 2025 Feb;31(2):106-116. doi: 10.1016/j.molmed.2024.08.010. Epub 2024 Sep 18. PMID: 39299836.
4. Alessi Wolken DM, Idone V, Hatsell SJ, Yu PB, Economides AN. The obligatory role of Activin A in the formation of heterotopic bone in Fibrodysplasia Ossificans Progressiva. Bone. 2018 Apr; 109: 210-217. doi: 10.1016/j.bone.2017.06.011. Epub 2017 Jun 16. PMID: 28629737; PMCID: PMC6706059.

ТАРГЕТНАЯ ДЕГРАДАЦИЯ БЕЛКА: НОВЫЕ СТРАТЕГИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА «UNDRUGGABLE» МИШЕНИ

Князев А.В.

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова,
Санкт-Петербург, Россия

Актуальность. Классическая фармакология, основанная на ингибировании белков, сталкивается с проблемой «undruggable» (неподдающейся лекарственному воздействию) мишеней, таких как транскрипционные факторы, GTPазы и белки с неупорядоченной структурой. Стратегия целенаправленной деградации преодолевает это ограничение, сдвигая парадигму от блокирования функций белка к его полному удалению через естественные клеточные механизмы деградации.

Цель исследования – систематизировать и проанализировать современные достижения в области технологий направленной деградации белков (Targeted Protein Degradation, TPD) как наиболее перспективного подхода к решению проблемы «undruggable» мишеней.

Материалы и методы. Данное исследование основано на анализе научной литературы, посвященной целевой деградации белков. Охвачены результаты зарубежных исследований за последние пять лет (2021–2025 гг.). Поиск научных источников осуществлялся с использованием международных баз данных: PubMed, Scopus, Web of Science, MDPI, elibrary.

Результаты и их обсуждение. Основа TPD - две крупные стратегии, различающиеся по задействованному клеточному пути. Первая и наиболее развитая – это деградация через убиквитин-протеасомную систему. В ее рамках выделяются два основных класса молекул.

PROTAC (Proteolysis-Targeting Chimeras) представляют собой гетеробифункциональные соединения, которые, как мост, соединяют белок-мишень с E3 убиквитинлигазой, что приводит к убиквитинированию и последующей деградации мишени в протеасоме [1].

Механизм их действия можно описать как «молекулярный мост». PROTAC не модифицируют и не ингибируют POI (Protein Of Interest) напрямую; вместо этого они создают переходный тройной комплекс «POI-PROTAC-E3-лигаза». Это сближение приводит к тому, что E3 лигаза передает убиквитин на POI, помечая его для уничтожения клеточной протеасомой. После завершения процесса деградации PROTAC высвобождается и может каталитически инициировать новый цикл, таким образом одна молекула PROTAC может инициировать деградацию множества молекул мишени, что потенциально позволяет использовать более низкие дозы препарата [2]. Ключевым преимуществом PROTAC является их модульность: теоретически, комбинируя различные лиганды к POI и E3 лигазам, можно создавать деградеры для широкого спектра мишеней. Однако их крупный размер (часто >700 Да) создает проблемы с клеточной проницаемостью, растворимостью и пероральной биодоступностью, что не входит в рамки традиционному «Правилу пяти» Липински. Кроме того, для PROTAC характерен так называемый «hook-эффект»: при высоких концентрациях сайты связывания POI и E3 лигазы насыщаются отдельными молекулами PROTAC, что предотвращает образование продуктивного тройного комплекса и снижает эффективность деградации.

Второй класс – Molecular Glues (молекулярные клеи) – это малые, обычно моновалентные молекулы (часто <500 Да), которые изначально могут не проявлять значительного сродства ни к E3 лигазе, ни к POI в отдельности. Их суть заключается в том, что они изменяют поверхность одного из партнеров по взаимодействию (чаще всего E3 лигазы), создавая новый возможный для связывания с белком-мишенью, который в норме не взаимодействует с этой лигазой. По сути, Molecular Glues выступает в роли «клея», скрепляющего два белка, которые в его отсутствие не имели бы друг к другу аффинности [1,3]. Это индуцированное взаимодействие приводит к убиквитинированию и деградации POI так же, как и в случае с PROTAC. Molecular Glues, обладают лучшей клеточной проницаемостью, фармакокинетическими свойствами и высоким потенциалом для перорального приема, более соответствующим классическим параметрам лекарственных молекул и укладываются в «Правило пяти» Липински. Важно, что они не подвержены «hook-эффекту», так как их механизм не требует образования сложного тройного комплекса [3].

Классическими примерами являются талидомид и его аналоги (леналидомид, помалидомид), которые рекрутируют транскрипционные факторы IKZF1/3 к E3-лигазе CRBN, что обусловило их успех в терапии множественной миеломы (пациенты с миеломой считаются группой высокого риска по туберкулезу, что часто требует проведения скрининга и профилактики перед началом агрессивной терапии) [4, 5].

Вторая стратегия использует лизосомальный путь деградации, что значительно расширяет спектр потенциальных мишеней, включая внеклеточные белки, мембранные рецепторы и целые органеллы.

LYTAC (Lysosome-Targeting Chimeras) решают задачу деградации белков, находящихся вне клетки или на её поверхности. Эти молекулы представляют собой биспецифические конструкторы, один конец которых связывается с белком-мишенью, а другой – со специфическим рецептором на клеточной мембране, который естественным образом занимается доставкой грузов в лизосомы. Наиболее изученными из таких рецепторов являются катион-независимый рецептор маннозо-6-фосфата и асиалогликопротеиновый рецептор печени [6, 7].

Ключевым отличием платформы AUTAC (Autophagy-Targeting Chimeras) является использование внутриклеточного пути аутофагии для деградации цитозольных белков и органелл. Молекула AUTAC состоит из лиганда-мишени, линкера и деградационного тега на основе производного гуанозина, который имитирует эндогенный сигнал опасности. Этот тег индуцирует K63-связанное полиубиквитинирование целевого субстрата, что служит сигналом для рекрутирования рецепторов аутофагии p62/SQSTM1. Последующие взаимодействия с

белком LC3 на формирующейся аутофагосоме приводят к направлению мишени в лизосому для деструкции. Важнейшим преимуществом подхода является способность опосредовать деградацию поврежденных митохондрий, открывая перспективы для терапии заболеваний, связанных с митохондриальной дисфункцией [7, 8].

Наиболее прямым механизмом среди лизосомных путей обладает АТТЕС (Autophagosome-Tethering Compound). Эти малые молекулы функционируют как «молекулярная липучка», физически сшивая белок-мишень непосредственно с мембраной аутофагосомы. Один конец молекулы АТТЕС связывается с интересующим белком, а другой – с белком LC3, ключевым компонентом мембраны аутофагосомы. Это прямое связывание заставляет формирующуюся аутофагосому захватывать мишень, полностью минуя как систему убиквитинирования. Такой механизм обеспечивает высокую специфичность и позволяет достичь аллель-селективности [8].

Выводы. Таргетная деградация белков представляет собой революционную терапевтическую парадигму, которая преодолевает ограничения традиционной фармакологии за счет полного удаления патогенных белков, а не их ингибирования. Используя естественные клеточные системы – убиквитин-протеасомную и лизосомальную, – этот подход позволяет воздействовать на ранее «недоступные» мишени, открывая новые возможности для лечения онкологических, нейродегенеративных и других заболеваний.

Список литературы

1. Zhong, G., Chang, X., Xie, W. et al. Targeted protein degradation: advances in drug discovery and clinical practice //Signal transduction and targeted therapy. – 2024. – Т. 9. – №. 1. – С. 308.
2. Samarasinghe K. T. G., Crews C. M. Targeted protein degradation: A promise for undruggable proteins //Cell chemical biology. – 2021. – Т. 28. – №. 7. – С. 934-951.
3. Li F., Aljahdali I. A. M., Ling X. Molecular glues: capable protein-binding small molecules that can change protein–protein interactions and interactomes for the potential treatment of human cancer and neurodegenerative diseases //International Journal of Molecular Sciences. – 2022. – Т. 23. – №. 11. – С. 6206.
4. Эпидемиология социально значимых заболеваний / А. А. Кузин, В. Н. Емельянов, В. Н. Болехан [и др.]. – Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, 2025. – 93 с. – EDN HKRGXJ.
5. Zhang, C., Liu, Y., Li, G. et al. Targeting the undruggables—the power of protein degraders //Science Bulletin. – 2024. – Т. 69. – №. 11. – С. 1776-1797.
6. Ahn, G., Banik, S. M., Miller, C. L. et al. LYTACs that engage the asialoglycoprotein receptor for targeted protein degradation //Nature Chemical Biology. – 2021. – Т. 17. – №. 9. – С. 937-946.
7. Alam M. M., Wasim S., Lee S. Y. Emerging Concepts of Targeted Protein Degradation Technologies via Lysosomal Pathways //International Journal of Molecular Sciences. – 2025. – Т. 26. – №. 12. – С. 5582.
8. An, Q., Huang, L., Wang, C. et al. New strategies to enhance the efficiency and precision of drug discovery //Frontiers in Pharmacology. – 2025. – Т. 16. – С. 1550158.

MRNA PURIFICATION: TECHNOLOGY ASPECTS AND IMPURITIES TFF, CHROMATOGRAPHY, UF/DF (RESINS, MAGNETIC BEADS, MONOLITHS)

Mauro Luisetto, Khaled Edbey, Ahmadabadi B. Nili,

Oleg Yu. Latyshev

INTERNATIONAL MARIINSKAYA ACADEMY named after M.D. SHAPOVALENKO,
Moscow, Russia

m R.N.A. VACCINE production like other biopharmaceutical need various purification stages in the manufacturing process. In this process are used technique like: T.F.F., tangential flow filtration followed by different chromatografic procedure (affinity and ion exchange separation) with various kinds of resin an then UF/DF technique. (ultrafiltration -diafiltration) [1].

So it is of interest to verify the material used for this kind of procedure as solid phases or for the membrane and if released impurity in the final product. For Silica-based Reversed-Phase packings, a carbon load percentage indicates the amount of functional bonded phase attached to the Silica-base material [2].

Aim of this work is to investigate the role played by this characteristics in the separation process of m R.N.A. Because this parameter influence the retention time it is interesting to evaluate the use in separation technique of biopharmaceutictals [3].

And this also for the carbon coated silica columns. Silica gel for chromatography can be produced by systetic process bu alsto form Rice treated at high temperature [4]. What kind of effect can be played using an high level of carbon coated silica material on the final purified product> The graphitic particle can be finded as impurity during the manufacturing process of this resins> And waht is the role played by carbon (graphene-quantum dots) membrane as reported in various research application? Because m R.N.A. VACCINE PRODUCERS not full have clarify the productive process s well as the material used it is interesting to submit to the researcher the fact that:

-in separation -purification od RNA various technique was and are used (first used membrane, the magnetic beads since monoliths today)

-m R.N.A. VACCINE are purified using T.F.F. combined to a silica chromatografic separation (SEE Ouranidis et al) or other resin o by magnetic methods (Jung Woo Park, et al)

- this kind of resin can also be carbon coated (research scale- testing). Ribonucleic acid purification: related resin: Exemplary materials that can be used as a surface include, but are not limited to acrylics, carbon (e.g., graphite, carbon-fiber).

-if used silica gel: this are produced artificially synthesized or comes from environmental products like RICE et other, etc.

References

1. Latyshev, O. Yu. How material science can help in some toxicological impurity aspects:the manufacturing and purification process of biopharmaceuticals (monoliths, resins, magnetic beads) / O. Yu. Latyshev, M. Luisetto // Университетская наука: взгляд в будущее : сборник научных трудов по материалам Международной научной конференции, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета (Курск, 8-9 февраля 2024 года) / Курский гос. мед. ун-т, сост. А.А. Денисов ; отв. ред. В.А. Липатов. – Курск: КГМУ, 2024. – 1 CD-ROM. – Текст: электронный. – С. 435-441. – 1234 с. – EDN LMFMTX. Luisetto M, Edbey K, Tarro G, Nili B Ahmadabadi, Farhan Ahmad Khan, Zaineb Omar Ettarhouni, Riccardo Benzi Cipelli, Ahmed Yesvi Rafa, Mashori Gulam Rasool, Fiazza C, Cabianca L and Latyshev OY (2023) Activated Charcoal and Derivate Materials in Drugs and Biopharmaceutical Purification: Impurity Aspects. J Mater Sci Nanotechnol 11(1): 105
2. Luisetto M, Ahmadabadi NB, Ettarhouni ZO, Edbey K, Latyshev OY. Monoliths in the mRNA Vaccine Purification Process the Silica Resin and Other Composite Materials: The Carbon Content. Int Case Rep Jour. 2022;2(7):1-23.
3. Luisetto M, Edbey K, Ahmadabadi Nili B and Tarro G, Mashori Gulam Rasool, Fiazza C, Yesvi A Rafa and Oleg yurevich Lathyshev. "mRNA Purifications Process: Affinity Chromatog-

raphy, Magnetic Beads and Graphene Coated Large Scale Production and Toxicological Aspects." J Biomed Pharm Sci 5 (2022): 376. DOI: 10.37421/2952-8100.2022.5.376

ТАРГЕТНАЯ ТЕРАПИЯ ГЛИОБЛАСТОМЫ ШТАММОМ *SHIGELLA FLEXNERI*

Писарева А.А., Петров А.Д., Чернявская А.А., Юрченко А.Д.

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева
Кафедра биотехнологии

Научный руководитель – к.б.н., доцент Моисеенко К.В.

Актуальность. Генно-инженерные штаммы *Shigella flexneri* рассматриваются учеными как перспективная платформа для создания новых лекарств, способных уничтожать опухолевые клетки и преодолевать резистентность к уже имеющейся терапии, что может привести к большому прорыву в медицине и биотехнологии в изучении таргетной терапии.

Цель исследования - анализ новой платформы для таргетной терапии глиобластомы на основе генно-модифицированного штамма *Shigella flexneri*.

Материалы и методы исследования. На данный момент глиобластома остается одной из самых агрессивных и летальных опухолей головного мозга, она характеризуется инфильтративным распространением, самостоятельным кровоснабжением и наличием гемато-энцефалического барьера, что существенно снижает эффективность стандартных методов лечения [1].

Системы доставки препаратов на основе микроорганизмов становятся все более перспективным подходом в лечении. В основном для таких стратегий используются вирусные частицы для прямого лизинга или редактирования генома опухолевых клеток [2]. Однако внутренние особенности процесса, например, низкая селективность раковых клеток, малый размер вирусных «кассет», сильно ограничивают использование этого класса терапевтических препаратов. Для обхода проблем был создан штамм *Shigella flexneri*, который очень похож по своему действию на уже опробованные ранее вирусы. Важно отметить, что данный микроорганизм имеет систему секреции 3 типа (T3SS), относительно большое пространство для кодирования терапевтических белков, что делает *Shigella* потенциально преимущественной платформой. Кроме того, бактериальные клетки имеют более изученные методы и ресурсы для редактирования генома, что позволяет встраивать в плазмиды любое сочетание терапевтических белков, чтобы определить оптимальную комбинацию для лечения глиобластомы.

Если сильнее углубиться, то *Shigella flexneri* – это патоген, вызывающий дизентерию, но ученые всё же продолжают работу с этим микроорганизмом. *Shigella* обладает уникальными свойствами, которые очень ценятся в таргетной терапии: система секреции 3 типа, которая обеспечивает прямой перенос белков-эффекторов в цитоплазму эукариотических клеток, высокая эффективность инвазии через эпителиальные слои и возможность персистенции и репликации внутри клеток хозяев. Все эти функции позволяют *Shigella flexneri* осуществлять прямую доставку апоптоз-индуцирующих факторов, локальную активацию пролекарств и индукцию иммунной клеточной смерти. Также было выявлено, что для интернализации в клетки глиобластомы у *Shigella flexneri* имеются ферменты миристоилирования – MsbB1 и MsbB2. После проведения нескольких опытов по удалению этих ферментов ученым так и не удалось прийти к общему выводу о состоянии клеток при отсутствии этих веществ, так как результаты кардинально разнятся [3].

Результаты исследования. Наличие у патогенных микроорганизмов, таких как *Shigella flexneri*, специальных свойств делает их потенциально преимущественными платформами в таргетной терапии. Они имеют высокую селективность, большое пространство «кассет» и другое. При использовании генной инженерии также можно повышать их профиль безопасности.

Такие методы доставки лекарственных веществ еще очень далеки от успешного применения, однако научные исследования в этом направлении продолжаются.

Выводы. Дальнейшее изучение механизмов и свойств *Shigella flexneri* в качестве платформы для таргетной терапии может открыть новые ступени в борьбе не только с глиобластомой, но и другими видами опухолей. Полученные результаты обозначают перспективы для разработки новых стратегий лечения, сочетающих высокую специфичность бактериального таргетинга с современными противоопухолевыми агентами.

Список литературы

1. Яковленко Ю. Г. Глиобластомы: современное состояние проблемы // Медицинский вестник Юга России. - 2019. - №4. - С. 28-35.
2. Lu VM, Shah AH, Vallejo FA, Eichberg DG, Luther EM, Shah SS, et al. Clinical trials using oncolytic viral therapy to treat adult glioblastoma: a progress report // National library of medicine. - 2021. - Т. 50. - № 2. - С. 16-24.
3. Austin Shipley, Gabriel Frampton, Bryan W Davis, Benjamin J Umlauf. Generating *Shigella* that internalize into glioblastoma cells // Frontiers in oncology. - 2023. - Т. 1. - № 13.

НОВЫЙ МОРФОЛИНОПИРИМИДИНОВЫЙ СКАФФОЛД КАК ОСНОВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ИНГИБИТОРОВ PI3K

Скрьльникова М.А.¹, Петухова Н.В.^{1,2}, Храмчихин А.В.¹, Чутко А.Л.³

¹ Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А.М. Гранова, отдел фундаментальных исследований

² Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова, научно-исследовательский центр биоинформатики

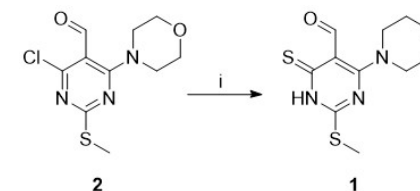
³ Институт экспериментальной медицины, молодежная лаборатория противоопухолевых пептидных препаратов

Актуальность. Путь фосфоинозитид-3-киназы (PI3K)/Акт играет ключевую роль в онкогенезе, регулируя клеточный рост, выживание и пролиферацию [1]. Особенно значимы изоформы PI3K α и PI3K β , которые часто активируются при мутациях гена PIK3CA или потере функции опухолевого супрессора PTEN [2,3]. Разработка селективных ингибиторов PI3K остаётся перспективным направлением в таргетной онкотерапии, однако сохраняется потребность в новых химических скаффолдах с возможностью направленной модификации.

Цель исследования. Синтез и комплексная оценка нового производного морфолинопиримидина — 2-(метилтио)-4-морфолино-6-тиоксо-1,6-дигидропиримидин-5-карбальдегида — как потенциального скаффолда для разработки селективных ингибиторов PI3K.

Методы. Соединение синтезировано впервые действием сульфида натрия на 4-хлор-2-(метилтио)-6-морфолинопиримидин-5-карбальдегид. Структура подтверждена методами ЯМР (¹H, ¹³C, HSQC), ИК-спектроскопии, масс-спектрометрии и рентгеноструктурного анализа. Электронная структура изучена с помощью расчётов в рамках теории функционала плотности (DFT, B3LYP/def2-TZVP). Потенциальная биологическая активность оценена с использованием молекулярного докинга (Induced-Fit Docking) в активные сайты PI3K α (PDB: 7K6M) и PI3K β (гомологическая модель на основе 4BFR), а также 250-наносекундного моделирования методом молекулярной динамики. Прогноз ADMET-свойств выполнен с помощью SwissADME и ProTox 3.0. Цитотоксичность определена методом МТТ на линиях клеток A549, MCF-7 и ECV-304. Оценка острой токсичности проводилась на крысах-самках породы Вистар с массой тела 200 – 250 грамм, полученных из питомника «Рапполово».

Результаты. Соединение получено с выходом 83% и существует в тавтомерной форме как в растворе (DMSO-*d*₆), так и в кристаллическом виде (Рисунок 1).



i: Na₂S · 9H₂O, DMF, rt, 1.5h, 83%

Рисунок 1. Схема синтеза 2-(метилтио)-4-морфолино-6-тиоксо-1,6-дигидропиримидин-5-карбальдегида

DFT-расчёты выявили энергетический зазор HOMO–LUMO 3.914 эВ (def2-TZVP) и области высокой электронной плотности у атомов серы (тио- и метилтиогруппы).

Молекулярный докинг и последующее моделирование методом молекулярной динамики показали способность соединения связываться с PI3K α и PI3K β с энергией связывания –20.4 и –18.1 ккал/моль соответственно. Ключевые взаимодействия включают водородные связи пиримидинового фрагмента с остатками Ser773, Ser781 и Lys805, а также гидрофобные контакты морфолинового кольца с Val851/Val854 (Рисунок 2).

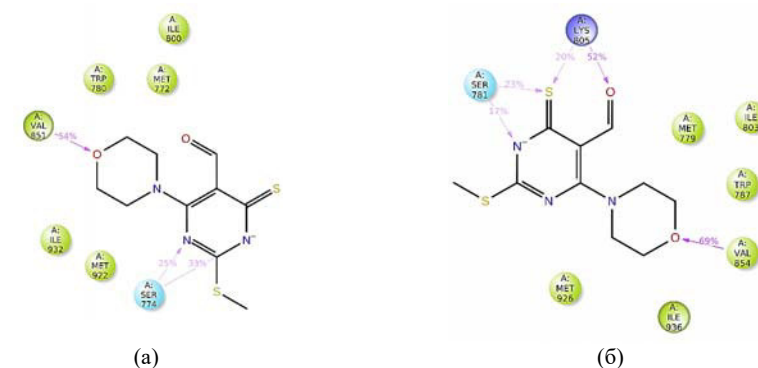


Рисунок 2. Взаимодействие белка с лигандом в комплексе PI3K α (a) и PI3K β (b)

ADMET-анализ продемонстрировал высокий профиль безопасности: соединение соответствует правилу Липинского (0 нарушений), обладает 100 % прогнозируемой оральной биодоступностью и относится к IV классу токсичности по GHS (LD₅₀ = 2800 мг/кг). Цитотоксичность оказалась умеренной: IC₅₀ = 55.1 мкМ (A549), 62.8 мкМ (MCF-7) и 89.6 мкМ (ECV-304), что может указывать на признаки избирательного действия в отношении опухолевых клеток. Результаты острой токсичности показали, что соединение не проявляет токсического действия у крыс-самок линии Вистар в исследованных дозах. Установлено, что значение LD₅₀ превышает 10000 мг/кг.

Выводы. Синтезированное соединение представляет собой перспективный морфолинопиримидиновый скаффолд для рационального дизайна новых ингибиторов PI3K. Наличие реакционноспособной функциональной группы открывает широкие возможности для направленной структурной модификации с целью повышения аффинности, селективности и фармакокинетических характеристик. Полученные данные обосновывают дальнейшее изучение производных этого скаффолда в качестве потенциальных противоопухолевых агентов.

Работа выполнена при поддержке Министерства здравоохранения Российской Федерации (ЕГИСУ: 1024021500062-3-3.2.21;3.1.5;1.6.4).

Список литературы

1. Lawrence, M., Stojanov, P., Mermel, C. et al. Discovery and saturation analysis of cancer genes across 21 tumour types. *Nature* 505, 495–501 (2014).
2. Amzel, L., Huang, C.H., Mandelker, D. et al. Structural comparisons of class I phosphoinositide 3-kinases. *Nat Rev Cancer* 8, 665–669 (2008).
3. He, Y., Sun, M.M., Zhang, G.G. et al. Targeting PI3K/Akt signal transduction for cancer therapy. *Sig Transduct Target Ther* 6, 425 (2021).

ОЦЕНКА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЦР ТЕСТ-СИСТЕМЫ ДЛЯ ГЕНОДИАГНОСТИКИ ДЕФИЦИТА ПИРУВАТКИНАЗЫ *FELIS CATUS*

Суслова А.С.¹, Яздурдыев Б.¹, Болотникова Т.А.^{1,2}, Владимиров И.А.², Болотникова О.И.¹, Павлова О.А.², Воробьев К.В.^{1,2}, Крылова Д.Д.³, Богомаз Д.И.^{1,2}

¹ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

²ООО «Бигль»,

³ООО «НВЛП»

Актуальность. Дефицит эритроцитарной пируваткиназы – широко распространенное породоспецифичное аутосомно-рецессивное заболевание домашних кошек (*Felis catus*). Снижение активности пируваткиназы является результатом однонуклеотидной замены (SNP) в гене *PKLR* (с.693+304G>A), которая приводит к образованию преждевременного стоп-кодона в 248-ом положении 6-ого экзона. Сокращение функциональной продолжительности жизни эритроцитов и нарушение гликолитического пути катаболизма глюкозы приводит к развитию гемолитической анемии. У гетерозиготных кошек-носителей симптом заболевания, как правило, не выявляется, хотя уровень активности эритроцитарной пируваткиназы значительно снижен [1].

Цель исследования заключалась в апробации разработанной ПЦР тест-системы для ранней диагностики дефицита пируваткиназы *Felis catus*

Материалы и методы исследования. Для эксперимента использовали образцы крови здоровых и больных животных, а также животных-носителей, любезно предоставленные ветеринарной лабораторией «Поиск» (Санкт-Петербург, Россия) и синтетические матрицы, эмулирующие различные аллельные состояния гена *PKLR*, сконструированные в ходе предварительных экспериментов (ООО «Бигль» (Санкт-Петербург, Россия). Для выделения ДНК использовали методы сорбции на спин-колонках и СТАВ [2]. Все необходимые для эксперимента реактивы были произведены в ООО «Бигль» (Санкт-Петербург, Россия). В каждой реакции использовали 20–80 нг/мкл матрицы. ПЦР-РВ осуществляли с помощью двух амплификаторов – ДТ-96 (ООО «НПО ДНК-Технология», Россия) и Light Cycler 96 («Ltd Roche Diagnostics», Швейцария).

Диагностическую специфичность рассчитывали по формуле: $100 \cdot \text{ИО} / (\text{ИО} + \text{ЛП})$, где ИО – истинно отрицательные значения, ЛП – ложноположительные значения. Диагностическую чувствительность определяли по формуле: $100 \cdot \text{ИП} / (\text{ИП} + \text{ЛО})$, где ИП – истинно положительные результаты, ЛО – ложноотрицательные значения [3–4]. Диагностические характеристики исследуемой ПЦР тест-системы рассчитывали методом Уилсона [5] с доверительным интервалом 95%. Воспроизводимость ПЦР тест-системы оценивали по проценту (%) совпадений экспериментальных результатов с 95% доверительным интервалом.

Результаты исследования. Результаты анализа 29 образцов ДНК (выделенных из крови животных и синтетических матриц), подтвердили воспроизводимость полученных данных. Диагностическая специфичность исследуемой ПЦР-тест системы составила 94,5% с

95% доверительным интервалом (75,5–98,7), а диагностическая чувствительность – 100% с 95% доверительным интервалом (72,2–100,0), соответственно.

Вывод. Таким образом, установили, что апробированная мультиплексная ПЦР-тест система корректно дифференцирует аллельные состояния гена *PKLR*, ассоциированного с аутосомно-рецессивным дефицитом эритроцитарной пируваткиназы *Felis catus*.

Список литературы

1. Grahn R.A., Grahn J.C., Penedo M.C., Helps C.R., Lyons L.A. Erythrocyte pyruvate kinase deficiency mutation identified in multiple breeds of domestic cats // *BMC Veterinary Research*. – 2012. – Vol. 8. – P. 1–10. – DOI: 10.1186/1746-6148-8-207.
2. Shetty P.J. The Evolution of DNA Extraction Methods // *American Journal of Biomedical Science and Research*. – 2020. – Vol. 8, № 1. – P. 39–45. – DOI: 10.34297/AJBSR.2020.08.001234.
3. ГОСТ Р 70150—2022. Тест-системы для диагностики болезней животных методом полимеразной цепной реакции. Общие требования и методы испытаний. – Москва: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2022. – 25 с.
4. ГОСТ Р 57175—2016. Требования к качеству и безопасности ПЦР-наборов, проведению исследований и испытаний с использованием метода ПЦР при идентификации целевых таксонов микрофлоры, растений и генетически модифицированных организмов. – Москва: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2016. – 34 с.
5. Wilson E. B. Probable inference, the law of succession, and statistical theory // *Journal of the American Statistical Association*. – 1927. – Vol. 22, № 158. – P. 209–212.

РОЛЬ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ВАРИАНТА RS11031729 (*THEM7P*, *WT1*) В ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ К МИОМЕ МАТКИ У ЖЕНЩИН ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ

Глянцева Л.А.¹, Воронина С.П.¹, Бушуева О.Ю.²

¹Кафедра акушерства и гинекологии ИНО, ФГБОУ ВО Курский государственный медицинский университет Минздрава России

²НИИ генетической и молекулярной эпидемиологии, ФГБОУ ВО Курский государственный медицинский университет Минздрава России

Актуальность. Миома матки (ММ) – одно из наиболее распространенных гинекологических заболеваний. В связи с выраженным негативным воздействием ММ на репродуктивную функцию, приоритетной задачей становится изучение факторов риска этого заболевания [1]. Значительный вклад в её решение вносят широкогеномные исследования ассоциаций (GWAS), позволяющие идентифицировать генетические маркеры, ассоциированные с мультифакторными патологиями, к которым относится и ММ [2]. Получаемые данные углубляют представления о молекулярном патогенезе ММ и служат основой для создания новых лекарственных средств и профилактических стратегий.

Целью исследования явилась оценка ассоциации однонуклеотидного полиморфизма (SNP) rs11031731 *THEM7P*, *WT1* с риском развития ММ в популяции Центральной России.

Материалы и методы. В исследование «случай-контроль» включены 737 женщин с УЗИ-верифицированной ММ и 451 женщина контрольной группы. Генотипирование выполнено методом ПЦР в реальном времени. Статистический анализ включал логистическую регрессию для оценки ассоциаций (SNPStats). Функциональная значимость SNP оценивалась с помощью биоинформатических инструментов: atSNP (аффинность связывания транскрипционных факторов), Gene Ontology (GO, обогащение биологических процессов) и Reproductive System Knowledge Portal (связь с клиническими проявлениями).

Результаты исследования. Показана ассоциация аллеля А SNP rs11031731 (*THEM7P*, *WT1*) с повышенным риском развития ММ (OR = 1,39, 95% CI = 1,08–1,80, $p = 0,01$). Рисковый аллель А создает сайты связывания для 33 транскрипционных факторов, вовлеченных в регуляцию развития жировой ткани (GO:1904177; FDR = 0,0318) и пролиферации клеточных

популяций (GO:0008283; FDR = 0,0478). Согласно данным портала Reproductive System Knowledge Portal, аллель A rs11031731 ассоциирован не только с повышенным риском ММ, но и с обильными менструальными кровотечениями и более высоким индексом массы тела (ИМТ).

Выводы. Установлена ассоциация полиморфизма rs11031731 *THEM7P*, *WT1* с риском развития миомы матки в популяции Центральной России. Рисковый аллель А функционально значим: он потенцирует пути адипогенеза и пролиферации. Адипогенез повышает уровень эстрогена в организме, а пролиферация является конечным эффектором его митогенного действия, что в совокупности объясняет повышенный риск заболевания [3]. Полученные данные раскрывают новые аспекты молекулярного патогенеза ММ и подчеркивают взаимосвязь генетических факторов и клинических фенотипов заболевания.

Список литературы

- [1] Pavone, D., Clemenza, S., Sorbi, F., et al. Epidemiology and Risk Factors of Uterine Fibroids. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 46, 3–11. 2018 <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2017.09.004>
- [2] Kim, J., Williams, A., Noh, H., et al. Genome-wide meta-analysis identifies novel risk loci for uterine fibroids within and across multiple ancestry groups. *Nature Communications*, 16, 2273. 2025. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-57483-5>
- [3] Qin, H., Lin, Z., Vásquez, E., et al. Association between obesity and the risk of uterine fibroids: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 75, 197–204. 2021. <https://doi.org/10.1136/jech-2019-213364>

III. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОТЕХНОЛОГИИ

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЗАКВАСКАХ ПУТЕМ ОБОГАЩЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫМИ ЭКСТРАКТАМИ

Александрова Д.Р.

Самарский государственный технический университет

Высшая биотехнологическая школа

Научный руководитель – к.т.н., доцент Темникова О.Е.

Актуальность. Одной из актуальных проблем современной пищевой биотехнологии является создание функциональных хлебопродуктов с улучшенными потребительскими свойствами и повышенной пищевой ценностью. Перспективным направлением выступает использование растительных экстрактов, богатых фенольными соединениями, в комбинации с заквасками на основе молочнокислых бактерий (МКБ). Однако прямое внесение растительных экстрактов в хлебопекарные рецептуры часто приводит к технологическим сложностям, включая изменение реологических свойств теста и появление нежелательных органолептических характеристик.

Цель исследования – научное обоснование применения растительных экстрактов для активации заквасочных микроорганизмов с целью повышения антиоксидантной ценности хлеба.

Материалы и методы исследования. В работе применен метод сравнительного анализа и синтеза результатов научных работ, сфокусированных на изучении ферментативной активности заквасочных микроорганизмов в присутствии растительных матриц. Особое внимание уделялось исследованиям, содержащим количественные данные о динамике фенольных соединений, синтезе экзополисахаридов и изменении пищевой ценности продукции.

Результаты исследования. Научные исследования демонстрируют, что включение растительных компонентов в закваски позволяет эффективно решать технологические проблемы. Ключевым механизмом служит биотрансформация фенольных соединений растительных экстрактов в процессе ферментации. МКБ, такие как *Lactobacillus plantarum*, обладают ферментативной активностью (за счет β -глюкозидаз и эстераз), способной гидролизовать сложные фенольные гликозиды в биодоступные агликоны [1]. Этот процесс не только повышает антиоксидантную активность конечного продукта, но и улучшает его органолептические свойства, снижая горечь и терпкость, характерные для некоторых растительных экстрактов [2].

Особый интерес представляет способность МКБ синтезировать экзополисахариды (ЭПС) в присутствии растительных субстратов. При ферментации заквасок с добавлением растительных экстрактов наблюдается увеличение выхода ЭПС, которые не только улучшают структурно-реологические характеристики теста, но и проявляют самостоятельную антиоксидантную активность. Кроме того, ЭПС способны хелатировать ионы металлов и проявлять пребиотические свойства, создавая синергетический эффект с фенольными соединениями [1, 3].

Важным аспектом является влияние ферментации на биодоступность фенольных соединений. Исследования показывают, что использование заквасок увеличивает содержание свободных полифенолов в хлебопродуктах на 40–60 % по сравнению с неферментированными аналогами [4]. Это достигается за счет деградации клеточных стенок растительного сырья и высвобождения связанных форм фенольных веществ. Одновременно происходит снижение содержания антипитательных веществ, таких как фитиновая кислота, что дополнительно повышает пищевую ценность продукции [1].

Оптимизация параметров ферментации позволяет максимально реализовать потенциал биотрансформации фенольных соединений. При этом отмечается улучшение

специфического объема хлеба и замедление процесса черствения, что имеет важное технологическое значение. Перспективным направлением является разработка специализированных заквасочных культур, адаптированных к конкретным типам растительных экстрактов. Это позволит целенаправленно регулировать профиль биологически активных соединений в готовом продукте и создавать хлебобулочные продукты с заданными функциональными свойствами [1, 3-5].

Выводы. Таким образом, включение в закваски растительных экстрактов представляет собой эффективное решение для пищевой биотехнологии, позволяющее создавать конкурентоспособные продукты функционального назначения с улучшенными характеристиками.

Список литературы

1. Production of antioxidants through lactic acid fermentation: current developments and outlook / H.N. Fadillah, L. Nuraida, A.B. Sitanggang, N.S. Palupi // AUDJG – Food Technology. – 2021. – V. 45. – P. 203-228.
2. Impact of lactic acid fermentation on acids, sugars, and phenolic compounds in black chokeberry and sea buckthorn juices / N. Markkinen, O. Laaksonen, R. Nahku, R. Kuldjarv, B. Yang // Food Chemistry. – 2019. – V. 286. – P. 204-215.
3. Antioxidant compounds from microbial sources: a review / P. Chandra, R.K. Sharma // Food Research International. – 2020. – V. 129. – P. 1-15.
4. Plant-derived food waste management, valorization, and recycling through sourdough fermentation / E. Pontonio, A. Stringari, R. Cagno, P. Filannino, A. Polo et al. // Trends in Food Science & Technology. – 2024. – V. 150. – Article 104589.
5. Bioavailability and health benefits of major isoflavone aglycones and their metabolites / Y.H. Hsiao, C.T. Ho, M.H. Pan // Functional Foods. – 2020. – V. 74. – P. 1-8.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ТЕТРАЦИКЛИНА С БИОЛОГИЧЕСКИМИ МИШЕНЯМИ

Кузьмин В.Н.

Национальный исследовательский университет ИТМО
Центр химической инженерии

Актуальность. Тетрациклин – один из первых антибиотиков широкого спектра действия, активно применяемый с середины XX века для лечения бактериальных инфекций [1]. Несмотря на свою эффективность, в последние десятилетия наблюдается рост устойчивости патогенных микроорганизмов к тетрациклину, что связано с мутациями в рибосомах, активным выведением препарата из клетки и ферментативной инактивацией [2]. В этих условиях молекулярное моделирование становится важным инструментом для понимания механизмов взаимодействия тетрациклина с биологическими мишенями, а также для разработки новых производных с улучшенными фармакологическими свойствами.

Целью настоящей работы является проведение молекулярного моделирования тетрациклина с использованием методов молекулярной динамики и докинга для выявления ключевых взаимодействий с рибосомной мишенью.

Материалы и методы исследования. Базы данных PubChem [3] и программное обеспечение AutoDock Vina.

Результаты исследования. В качестве мишени использовалась кристаллическая структура 30S субъединицы бактериальной рибосомы *Thermus thermophilus* (PDB ID: 1J7T), содержащая тетрациклин в активном сайте. Структура была предварительно обработана: удалены молекулы воды, добавлены недостающие атомы водорода, проведена нейтрализация заряда.

Докинг проводился с использованием программы AutoDock Vina. Область связывания была ограничена координатами активного сайта, выявленного в кристаллической структуре.

Для каждого запуска генерировалось 20 конформаций лиганда, из которых отбиралась наиболее стабильная по значению связывающей энергии.

Наиболее стабильная конформация тетрациклина в активном сайте характеризовалась энергией связывания –9.2 ккал/моль. Основные взаимодействия осуществлялись с остатками 16S рРНК (нуклеотиды G1198, C1054, U1052) и белковыми субъединицами (S7, S11). За 100 нс симуляции RMSD комплекса стабилизировался на уровне 1.8-2.2 Å, что свидетельствует о высокой стабильности связывания. RMSF показал минимальную подвижность в области активного сайта, особенно в районе тетрациклин-связывающего кармана.

Выводы. Проведённое молекулярное моделирование подтвердило высокую аффинность тетрациклина к 30S субъединице бактериальной рибосомы и выявило ключевые атомы и функциональные группы, ответственные за стабильное связывание.

Список литературы

1. Кузьмин, В.Н. Определение константы связывания Fe(III) с тетрациклином / В.Н. Кузьмин, Л.В. Атрельева // Горизонты биофармацевтики: Сборник научных трудов по материалам X Международной научно-практической молодежной конференции, посвященной 90-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2025. С. 86-87.
2. Nguyen F. et al. Tetracycline antibiotics and resistance mechanisms // Biological chemistry. – 2014. – T. 395. – №. 5. – С. 559-575.
3. Kim S, Chen J, Cheng T, et al. PubChem 2025 update. Nucleic Acids Res. 2025;53(D1):D1516-D1525

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ РЕКОМБИНАНТНОГО ХИМОЗИНА *CAMELUS DROMEDARIUS* В ЭКСПРЕССИОННОЙ СИСТЕМЕ *PICHA PASTORIS*

Антонова Е.И., Фирсова Н.В., Ачилов А.Б., Торутанов П.С.

Научно-исследовательский центр фундаментальных и прикладных проблем биоэкологии и биотехнологии
ФГБОУ ВО УлГПУ им. И.Н. Ульянова

Актуальность. Этические противоречия и высокая себестоимость ограничивают использование природного химозина. Эта проблема была решена путем создания рекомбинантной ДНК используя методы генной инженерии [1, 2].

Цель исследования – получение очищенного рекомбинантного химозина верблюда (rChn-Cam) в системе *Pichia pastoris* и последующий анализ его молокосвертывающей активности.

Материалы и методы исследования. В работе использованы штаммы *XL1-Blue E. coli* (Invitrogen, США), штамм *GS115/his4 P. pastoris* (Invitrogen, США) и вектор pPICZ(alpha)B с промотором AOX1 (Invitrogen, США). Процедуру трансформации штамма *GS115/his4 Pichia pastoris* разработанной нами плазмидой проводили методом электропорации согласно руководству EasySelect *Pichia* Expression Kit (Invitrogen, Россия). Видовую принадлежность полученных колоний клеток проводили с использованием программно-аппаратного комплекса MALDI-TOF времяпролетной масс-спектрометрии серии FLEX (MALDI-TOF MS) с применением панели MALDI BioTyper (Bruker Daltonics, Германия). Методика выделения рекомбинантных His-Tag – меченных белков на Ni-NTA сефарозе (металлаффинная хроматография) основана на руководстве The QIAexpressionist (Qiagen). Концентрацию белка в препаратах rChn-Cam определяли на спектрофотометре Micro Spectrophotometer Nano-500 (Hangzhou Allsheng Instruments Co., Ltd., Китай). Проводили измерение pH субстрата, молокосвертывающую активность, а также оптимальную температуру для активности свертывания молока.

Результаты исследования. В ходе работы, посвященной микробиологическому синтезу рекомбинантного химозина верблюда (rChn-Cam) в системе экспрессии *Pichia pastoris*, был установлен ряд ключевых закономерностей. Для штаммов-продуцентов *Pichia pastoris*

GS115/his4 фенотипа Mut⁺ (как исходных, так и трансформированных плазмидой pPICZ(alpha)B/proCYM camel pp_IDT с промотором AOX1) была показана эффективность культивирования с добавлением 0,5% метанола в качестве углеродного источника, независимо от состава питательной среды. При использовании обогащенной среды YPD (содержащей 0,00004% биотина и 1% глицерина) оптимальная концентрация антибиотика зеоцина составила 50 мкг/мл.

С помощью металл-аффинной хроматографии на Ni-NTA сепарозе была проведена очистка rChn-Cam, меченного His-Tag. Его наличие и молекулярная масса (~35,673 кДа) были подтверждены комплексом аналитических методов, включая SDS-PAGE, вестерн-блоттинг, иммунохимический анализ и масс-спектрометрию на приборе MALDI-TOF MS серии FLEX с использованием системы BioTuner.

Ферментативная молокосвертывающая коагуляционная активность rChn-Cam снижалась на 24% при повышении pH реакционной среды с 5,0 до 6,5. Температурный порог инактивации rChn-Cam находился в диапазоне 40-45°C. Выявлена обратная зависимость между концентрацией зеоцина (50, 100, 200 мкг/мл) с показателем свертывающей активности rChn-Cam, а также обратная корреляция между количеством rChn-Cam и временем начала коагуляции субстрата.

Выводы. Разработанный штамм и оптимизированная методика представляют собой перспективную альтернативу существующим промышленным аналогам химозина для сыроделия, что обуславливает его коммерческий потенциал в производстве сыра.

Список литературы

1. Akishev Z., Aktayeva S., Kiribayeva A. Obtaining of recombinant camel chymosin and testing its milk-clotting activity on cow's, goat's, ewes', camel's and mare's milk. Biology. 2022. 11. e1545.
2. Акишев Ж.Д., Турсунбекова А.Е., Хасенов Б.Б. Молокосвертывающая рекомбинантного верблюжьего химозина. Exp Biol. 2022. 1 (90). С. 39-49.

ГЛУБИННОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ АРКТИЧЕСКОГО ШТАММА *MORTIERELLA BAINIERI* ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИПИДНОЙ БИОМАССЫ

Джалолов И.И.^{1,2}, Литовка Ю.А.^{1,2}, Сушкин Н.Г.¹, Арканова М.Е.¹, Павлов И.Н.^{1,2}

¹Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф.

Решетнева, Красноярск, Российская Федерация

²Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Российская Федерация

Актуальность. Грибы рода *Mortierella* представляют собой перспективные источники липидов, в том числе полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), применяемых в фармацевтической, пищевой и агробиотехнологической промышленности. Арктические штаммы этого рода особенно интересны благодаря способности синтезировать биомассу и метаболиты при низких температурах и ограниченном питании, что снижает энергозатраты и повышает устойчивость процессов. Арктические торфяники содержат психротолерантные микроорганизмы, активные при +4...+12 °С, что делает их перспективными для разработки энергоэффективных биотехнологий [1]. В то же время механизмы роста и липидогенеза арктических штаммов *M. bainieri* при глубинном культивировании остаются недостаточно изученными.

Цель исследования. Оптимизация параметров глубинного культивирования арктического штамма *M. bainieri* для получения биомассы с повышенным содержанием полиненасыщенных жирных кислот.

Материалы и методы. Штамм *M. bainieri*, выделенный из верхних горизонтов торфяного бугра пучения. Культивирование проводили в лабораторном биореакторе Winpact FS-02

(Major Science, Тайвань) объемом 5 л с автоматическим контролем температуры, pH, аэрации и перемешивания.

Мицелий предварительно выращивали на твердых питательных средах при 16 °С в течение 5 сут, после чего переносили в жидкие среды объемом 250 мл. Для подбора оптимальных условий использовали варианты, различающиеся источниками углерода (глюкоза или сахароза 3-4 %) и азота (картофельный отвар, соевая мука, пептон), а также наличием дрожжевого экстракта (0,2 %) и комплекса микроэлементов (1 мл/л). Предферментационное культивирование проводили при 140-160 об/мин в течение 7 сут, что обеспечивало получение активного инокулята.

Глубинное культивирование осуществляли при 16-18 °С в течение 5-6 сут. Использовали две среды: контрольную – картофельно-сахарозный бульон (КСБ) и экспериментальную – соево-сахарозный бульон (ССБ), содержащий сахарозу 45 г/л, соевую муку 10 г/л, KН₂РO₄ 1 г/л, MgSO₄·7H₂O 0,5 г/л, СаСО₃·2H₂O 0,2 г/л, FeSO₄·7H₂O 0,01 г/л и дрожжевой экстракт 1 г/л.

Режимы культивирования составляли: pH 5,5-6,0 (КСБ) и 5,0-5,2 (ССБ); аэрация 2,5-3,0 и 3-5 л/мин соответственно; перемешивание 180-200 об/мин. В качестве эмульгатора использовали Полисорбат-80 (0,1 мл/л), пеногасителя – Софексил-1520 (0,03 мл/л). Инокулят добавляли в количестве 10 % от объема среды.

Рост биомассы определяли гравиметрически по сухой массе после фильтрации и сушки при 105 °С до постоянной массы [2]. Липиды экстрагировали смесью хлороформа и метанола (2:1) по методу Bligh & Dyer (1959) [3]. Содержание ПНЖК и йодное число определяли по методикам Хьюбля и Кейтса (1986) [4, 5]. Все измерения проводили в трех повторностях.

Результаты исследования и обсуждение. При подборе условий для получения инокулята *M. bainieri* установлено, что наибольший выход абсолютно сухой биомассы (3,48 ± 0,11 г/л) обеспечивала среда с сахарозой (4 %) и соевой мукой при добавлении дрожжевого экстракта и микроэлементов. Повышение концентрации глюкозы свыше 3 % вызывало субстратное ингибирование и снижало прирост клеточной массы, тогда как сахароза обеспечивала более равномерное поступление углерода и активный рост мицелия.

При глубинном культивировании на картофельно-сахарозной (КСБ) и соево-сахарозной (ССБ) средах выявлены существенные различия в динамике роста и составе биомассы. На контрольной среде КСБ максимальная концентрация биомассы достигала 3,9 ± 0,12 г/л к третьим суткам, после чего снижалась. В условиях ССБ рост был интенсивнее – до 5,8 ± 0,28 г/л к четвертым суткам с сохранением максимума до конца эксперимента (рис. 1). Таким образом, продуктивность биомассы в экспериментальной среде увеличивалась примерно на 50 % по сравнению с контролем.

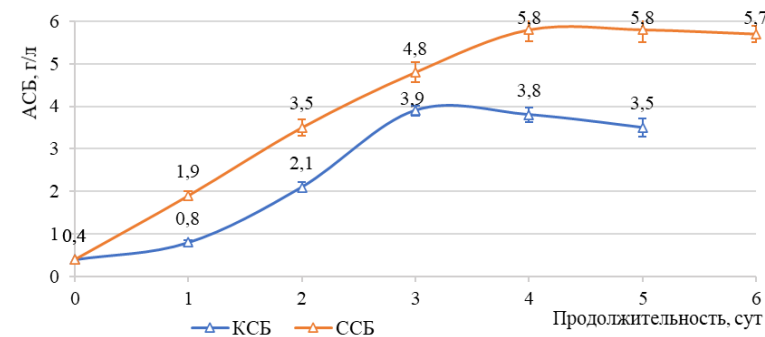


Рисунок 1. Динамика накопления биомассы штамма *M. bainieri* при глубинном культивировании на КСБ (контроль) и ССБ (эксперимент)

Морфологически культура на ССБ формировала плотные белые пеллеты, что указывало на переход к организованной фазе роста и активацию вторичного метаболизма. Биохимический анализ показал, что содержание липидов в биомассе при культивировании на ССБ возрастало с $13,2 \pm 2,2$ % до $30 \pm 2,7$ % от сухого вещества, а доля ПНЖК – с $0,5 \pm 0,2$ % до $3,5 \pm 0,8$ %. Соотношение ПНЖК к общему количеству липидов увеличивалось более чем в три раза (с 3,8 до 12%), что свидетельствует о перераспределении метаболических потоков в пользу липидогенеза без нарушения основного обмена веществ.

Средний экономический коэффициент в контрольной среде составлял 0,50 г/г (14,5 г биомассы при расходе 29 г сахаров), в ССБ – 0,42 г/г (27,9 г биомассы при расходе 67 г сахаров). Таким образом, использование субстрата для синтеза клеточной массы было эффективнее в КСБ, однако в условиях ССБ часть углерода перераспределялась в сторону вторичного метаболизма, в том числе синтеза ПНЖК.

Совокупность полученных данных показывает, что оптимизация состава среды (соотношение C:N $\approx$ 35:1, наличие микроэлементов и дрожжевого экстракта) способствует росту биомассы *M. bainieri* и значительному увеличению содержания полиненасыщенных жирных кислот. Это подтверждает потенциал штамма как эффективного продуцента ПНЖК для биотехнологического применения.

Выводы. Проведённые исследования показали, что арктический штамм *M. bainieri* эффективно формирует липидную биомассу при глубинном культивировании. Оптимизация состава среды повысила выход биомассы на 55 % (до 5,8 г/л) и удвоила содержание липидов (до 30 % сухого вещества). Соотношение ПНЖК к общему количеству липидов увеличилось более чем втрое (с 3,8 до 11,5 %), что указывает на интенсификацию липидного обмена и смещение метаболизма в сторону синтеза полиненасыщенных фракций.

Дальнейшие исследования будут направлены на уточнение состава питательной среды, поиск более эффективных источников углерода и азота, а также на использование метаболических прекурсоров, способных повысить выход и качество целевых липидов.

Список литературы

1. Isolation and biological activities of an endophytic *Mortierella alpina* strain from the Antarctic moss *Schistidium antarctici* / I.S. Melo, S. N. Santos, L. H. Rosa [et al.] // *Extremophiles*. – 2014. – Vol. 18. – P. 15-23.
2. Билай В. И. Методы экспериментальной микологии. – Киев: Наукова думка, 1973. – 255 с.
3. Bligh E.G., Dyer W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification // *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*. – 1959. – V. 37. – P. 911-917.
4. Ленинджер А.Л. Биохимия: в 3 т. – М.: Мир, 2003. – Т. 1. – 532 с.
5. Кейтс М. Техника липидологии: выделение, анализ и идентификация липидов / пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 468 с.

ПРИМЕНЕНИЕ БАКТЕРИОФАГОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Логинова М.И., Николаенко А.А., Суханова И.М., Яникеева Т.С.

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева

Кафедра биотехнологии

Научный руководитель – к.б.н., доцент Моисеенко К.В.

Актуальность. Пищевые инфекции являются одной из основных причин госпитализации и смертности во всем мире. Применение пастеризации, химических средств, обработка высоким давлением, облучение, использование антибиотиков имеют ряд недостатков, например, пагубное воздействие на органолептические показатели или уничтожение не только патогенной, но и полезной микрофлоры изделия. В обзоре рассматривается применение бактериофагов для деконтаминации пищевых продуктов как альтернатива традиционным антимикробным методам.

Цель исследования – рассмотреть литературу, затрагивающую проблемы использования бактериофагов в качестве антибактериальных агентов.

Результаты исследования. По данным Всемирной организации здравоохранения, более 200 заболеваний вызываются из-за употребления в пищу продуктов, загрязненных микроорганизмами, паразитами и химическими веществами. При этом около 60% заболеваний вызываются бактериями [1]. К организмам, вызывающим заболевания пищевого происхождения, относятся такие бактерии, как *Escherichia coli*, *Campylobacter spp.*, *Salmonella enterica*, *Shigella spp.*, *Listeria monocytogenes* [2].

Загрязнение штаммами микроорганизмов может возникать на этапах производства, доставки, переработки и хранения продуктов питания. Пищевая промышленность тратит значительные средства, чтобы предотвратить это с помощью пастеризации, обработки под высоким давлением и химических средств, которые могут вызывать некоторые нежелательные изменения или портить внешний вид продукта. В качестве антибактериальных препаратов часто применяются антибиотики, однако их неправильное применение приводит к образованию устойчивых к их действию бактерий. Кроме того, применение перечисленных методов может убивать еще и нормальную или полезную микрофлору пищевых продуктов. Одним из способов целевого уничтожения патогенных или нежелательных прокарюит является использование литических бактериофагов или кодируемых ими ферментов – лизинов [3].

Бактериофаги являются естественными обитателями организма человека, их численность в нашем кишечнике составляет примерно 10^{15} частиц. Они специфично поражают целевые виды микроорганизмов, не влияя на нормальную микрофлору. К тому же, их использование не приводит к изменению органолептических показателей продукта, что важно для потребителей. Так, Chahar et al. показали, что фаг ST BD проявляет высокую литическую активность против *Salmonella typhimurium* в молочных продуктах, $\log(\text{КОЕ/мл})$ которой в молоке был снижен на 5,4 за один день по сравнению с контролем [4].

Метод фагового биоконтроля является экологичным и целенаправленным [3]. Первоначально бактериофаг прикрепляется к клетке бактерии, узнавая специфические молекулы на ее поверхности, затем вводит в нее свой генетический материал, в результате чего ферменты транскрипции и рибосомы хозяина начинают работать для производства вирусных частиц. После их сборки происходит лизис клетки при помощи фаговых белков холина и лизина. Холины образуют поры или каналы в билипидном слое клетки хозяина, разрушая мембрану, после чего эндолизины достигают клеточной стенки бактерии и разрушают ее, высвобождая «потомство» фага [5].

К основным проблемам, связанным с применением бактериофагов, относится подбор эффективной концентрации и использование оптимального объема раствора фага для обработки всей поверхности пищевого продукта, а также наличие оборудования, которое может обеспечить точную дозировку и равномерное нанесение препарата. К тому же, если продукт твердый или вязкий, то фагам труднее добраться до бактериальной популяции. Одним из решений этой проблемы является использование более высокого титра фагов, при этом су-

существует проблема масштабирования их производства по доступной цене. Однако даже высокие концентрации фагов могут быть недостаточными для обеспечения антибактериальной защиты в течение периода хранения, потому что некоторые компоненты пищи, температура и pH могут снижать количество вирусов, способных инфицировать микроорганизмы [3]. В результате обработки целевой вид бактерий может быть не полностью устранен из продукта, в сравнении с применением более агрессивных методов деконтаминации, например облучения, однако это все равно может сделать пищу более безопасной для потребления. Возможно также появление штаммов микроорганизмов, устойчивых к фагам за счет использования различных защитных систем, например, изменения поверхностных белков или их модификации. Эта проблема решается использованием препаратов, содержащих разнообразные фаги, нацеленные на разные поверхностные молекулы клетки-хозяина, или их модификацией, включая вирусы, способные инфицировать устойчивые бактерии. Еще одна сложность кроется в нежелании производителей внедрять новые методы, которые могут получить неоднозначную реакцию общественности, а также необходимости применения специфического оборудования и не до конца отработанных методик. Например, применение очень концентрированных растворов фагов может быть экономически невыгодно для предприятий пищевой промышленности [3]. Как недостаток стоит отметить, что данные о влиянии фагов на человека ограничены. Например, Zamora et al. выявили, что эпителий дыхательных путей реагирует на воздействие фагов *Pseudomonas aeruginosa*, выделяя противовирусные и провоспалительные цитокины [6].

Возможно и применение отдельных механизмов, которые используют фаги для инфицирования бактериальных клеток. Эндолизины являются гидролитическими ферментами, которые высвобождаются на поздних стадиях литического цикла фага для разрушения клеточной стенки. Эти ферменты работают как гликозилазы, амидазы или эндопептидазы, расщепляя консервативные связи в бактериальном пептидогликане, в таком случае не стоит проблема развития резистентности. К тому же, эндолизины способны расщеплять муреин грамположительных бактерий при внешней обработке. Кроме того, использование белковых компонентов снижает опасения по поводу возможной трансдукции и сложности регулирования. Это обеспечивает им преимущество перед фаговыми препаратами [1].

Вывод. Проблема пищевых инфекций сейчас решается различными способами обработки, которые могут нарушать некоторые качества продукции. Фаговый биоконтроль является экологичной альтернативой за счет его специфичности воздействия. Важной задачей для обеспечения успешного внедрения данной технологии является более глубокое изучение механизмов, лежащих в ее основе, исследование оказываемого ей влияния на человека. Кроме того, важно изучать иммунные системы прокариот и способы их преодоления для борьбы с ними с использованием фагов.

Список литературы

1. Choi D., Ryu S., Kong M. Phage-derived proteins: Advancing food safety through biocontrol and detection of foodborne pathogens // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. — 2025. — Т. 24., № 2.
2. Moye Z. D., Woolston J., Sulakvelidze A. Bacteriophage applications for food production and processing // *Viruses*. — 2018. — Т. 10., № 4.
3. Xu Y. Phage and phage lysins: New era of bio-preservatives and food safety agents // *Journal of Food Science*. — 2021. — Т. 86., № 8. — С. 3349–3373.
4. Chahar M., Rana A., Gupta V., Singh A., Singh N. Isolation and characterization of a novel phage ST BD for the biological control of Salmonella in dairy food matrices // *Food Control*. — 2025. — Т. 168. — С. 110848.
5. Xu X., Gu P. Overview of Phage Defense Systems in Bacteria and Their Applications // *International Journal of Molecular Sciences*. — 2024. — Т. 25., № 24.

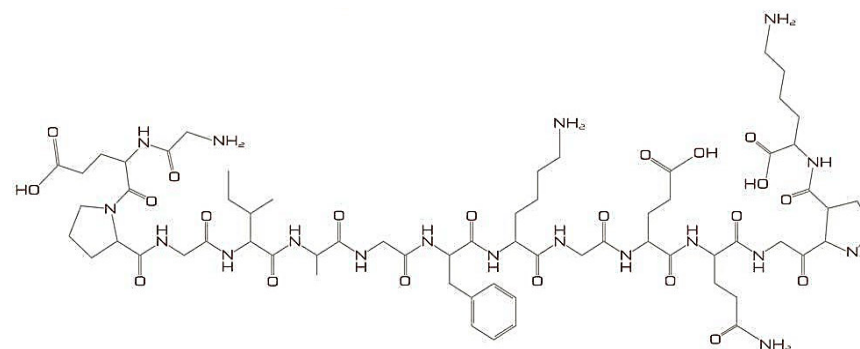
6. Zamora P., Reidy T., Armbruster C., Sun M., Van Tyne D., Turner P., Koff J., Bomberger J. Lytic bacteriophages induce the secretion of antiviral and proinflammatory cytokines from human respiratory epithelial cells // *PLoS Biology*. — 2024. — № 4.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ЛИОФИЛИЗАЦИИ СУСПЕНЗИИ КОЛЛАГЕНА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЛЛАГЕНОВОЙ ГУБКИ

Андреев Д.П., Недосекин Р.А., Андреев П.Ю.

Курский государственный медицинский университет, г. Курск, Россия
Кафедра биологической и химической технологии

Актуальность. Коллаген – гликопротеин, фибриллярный белок, составляющий основу соединительной ткани организма и обеспечивающий её прочность и эластичность.



В последнее время коллагенсодержащие препараты находят самое широкое применение в медицине, косметологии, фармакологии. Коллаген совместим с большинством лекарственных препаратов и практически не вызывает аллергических реакций, раздражающего воздействия и используется в производстве различных мягких и твердых лекарственных форм, что обуславливает перспективность его применения в медицине [1, 2].

Одним из наиболее востребованных медицинских продуктов на основе коллагена являются гемостатические губки, к физико-механическим и реологическим свойствам которых предъявляются достаточно жесткие требования. Таким образом получение гемостатических губок с заданными физико-механическими свойствами является актуальной задачей [3, 4].

Цель исследования - разработка режима лиофилизации суспензии коллагена с целью получения коллагеновой губки с необходимыми физико-химическими и реологическими свойствами.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- приготовление суспензии коллагена;
- проведение лиофилизации суспензии коллагена с различными режимами сушки;
- исследование полученных коллагеновых губок на прочность и эластичность.

Материалы и методы исследования. Для получения суспензии коллагена были использованы лабораторная стеклянная посуда (конические колбы, чаши Петри, химический стакан, мерный цилиндр) и магнитная мешалка с подогревом. Лيوфилизацию проводили на аппарате Scientz 30-F Freeze Dryer. Для определения прочности образцов коллагеновых губок на разрыв использовали стенд «Разрывная машина».

Результаты исследования.

На первом этапе в лаборатории, по предварительно отработанной рецептуре, была приготовлена суспензия коллагена. Для этого брали точную навеску коллагена, суспендиро-

вали в дистиллированной воде и подкисляли муравьиной кислотой в колбе при помощи магнитной мешалки. Смесь оставляли на 12-24 часа для набухания. Полученную суспензию наливали в чашки Петри равными объемами и сублимировали в лиофильной сушке.

На втором этапе полученную суспензию коллагена в чашках Петри подвергали лиофилизации при различных режимах сушки. В качестве лиофильной сушки использовали аппарат SCIENTZ 30-F FREEZE DRYER. Для лиофилизации были использованы следующие режимы сушки (таблица 1).

Таблица 1 – Лиофилизация суспензии коллагена при различных режимах сушки

Режим 1	Температура	Вакуум	Время	Режим 2	Температура	Вакуум	Время	Режим 3	Температура	Вакуум	Время
1	-50.0	999	20	1	-50.0	999	6	1	-50.0	999	20
2	-40.0	5	24	2	-40.0	20	15	2	-40.0	10	24
3	-30.0	5	24	3	-30.0	20	12	3	-30.0	15	24
4	-20.0	5	12	4	-20.0	15	6	4	-20.0	20	12
5	-10.0	5	12	5	-10.0	10	6	5	-10.0	20	12
6	0.0	5	6	6	0.0	5	6	6	0.0	10	6
7	10.0	5	6	7	10.0	5	6	7	10.0	5	6
8	20.0	5	4	8	20.0	5	4	8	20.0	5	4
9	30.0	5	3	9	30.0	5	3	9	30.0	5	3
10	30.0	5	3	10	40.0	5	3	10	30.0	5	3
11	30.0	5	1	11	50.0	5	1	11	30.0	5	1
12	30.0	5	3	12	40.0	5	3	12	30.0	5	3
13	30.0	5	4	13	30.0	5	4	13	30.0	5	4

При первом режиме губки были мягкие и хрупкие, разламывались уже при извлечении из чашки Петри. Третий режим давал деструкцию губки. Наиболее оптимальным был второй режим сушки, так как физико-химические характеристики были в пределах оптимального – губка эластичная, но мягкая. Определение прочности губок на разрыв осуществляли с губками полученными при использовании второго режима сушки.

На третьем этапе были проведены исследования прочности 5 образцов губок на разрыв. Для этого использовали стенд «Разрывная машина». Для работы с данным стендом губку жестко закрепляли в «лапках» машины и измеряли усилие на разрыв в Ньютонах. Критерием эластичности было восстановление прежней формы после изгибающей деформации на угол 90°. Представленные в таблице 2 результаты испытаний образцов на прочность и эластичность позволяют использовать полученные материалы в качестве гемостатической губки.

Таблица 2 - Результаты испытаний образцов на прочность и эластичность

Номер образца	Усилие на разрыв F, Н	Эластичность*
1	18,4	эластична
2	16,9	эластична
3	13,5	эластична
4	15,6	эластична
5	18,0	эластична

* - после изгибающей деформации на угол 90° полностью восстанавливает прежнюю форму

Выводы

1. Были приготовлены суспензии коллагена в соответствии с отработанной ранее рецептурой.
2. С целью получения коллагеновой губки проведена лиофилизация суспензии коллагена с различными режимами сушки.
3. Определен оптимальный режим лиофилизации, позволяющий получить коллагеновую губку.
4. Проведено исследование полученных коллагеновых губок на прочность и эластичность.
5. Результаты прочности на разрыв и эластичности позволяют использовать полученные материалы в качестве гемостатической губки.

Список литературы

1. Васильев М.П. Коллагеновые нити, волокнистые и пленочные материалы: Монография. - СПб. СПбГУТД. - 2004. - 397 с.
2. Биологически активные соединения из природных объектов / Неклюдов А.Д., Иванкин А.Н. // Свойства, структурно-функциональные взаимосвязи. М.: МГУЛ. – 2003. - С. 369-412.
3. Андреев П.Ю., Недосекин Р.А. Технология получения биоколлагена из дермы КРС // Горизонты биофармацевтики. Сборник научных трудов по материалам VIII Международной научно-практической молодежной конференции, посвященной 88-летию Курского государственного медицинского университета (26 мая 2023 года) – Курск: Изд-во КГМУ, 2023. – С 50 – 52.
4. Андреев П.Ю., Леонидова И.Ю., Капнина Е.О., Андреев Д.П. Влияние технологических параметров процесса выделения биоколлагена из дермы КРС на выход целевого продукта // Биотехнология и биомедицинская инженерия. Сборник научных трудов по материалам XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 88-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2023. С. 18-21.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ ПОЛИМЕРНЫХ ЧАСТИЦ С БЕЛКАМИ

Евдокименко А.Ю., Мораева М.В.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

Кафедра молекулярной биотехнологии

Научный руководитель - к.б.н., доцент Сахабеев Р.Г.

Актуальность. На сегодняшний день активно разрабатываются новые классы лекарственных препаратов для эффективного лечения различных заболеваний (вирусных, онкологических, аутоиммунных и др.).

Огромный интерес для ученых представляет довольно сложная задача адресной доставки препарата в любую точку организма человека. Огромное количество различных биологически активных веществ используются в большинстве случаев недостаточно эффективно. Это можно объяснить тем, что любое такое вещество достаточно быстро выводится из организма или метаболизируется, плохо проникает сквозь клеточную мембрану, плохо растворимо в водной среде. Эти недостатки достаточно легко устранить путем доставки биологически активного вещества с помощью транспортных систем на основе полимеров. Системы, созданные на основе полимерных частиц позволяют частично решить эту задачу, значительно снижая все недостатки привычных форм препаратов (нестабильность, сложность введения, побочное влияние на ЖКТ и другие системы органов, токсичность).

Цель исследования – определение оптимальных условий и концентраций веществ для получения конъюгатов полимерных частиц на основе биосовместимых и биоразлагаемых полимеров (хитозан, его производные) с модельным биологически активным веществом –

белком (бычьим сывороточным альбумином, зеленым флуоресцентным белком) и последующая оценка качества связывания модельного белка с биополимером.

Материалы и методы исследования. Полимерные частицы из хитозана и глутамата хитозана были получены несколькими способами, а именно: эмульсионным, суспензионным и диализным. Была произведена конъюгация модельных белков с полученными полимерными микро-и наночастицами из хитозана и его производных.

Результаты исследования. Получены нано- и микрочастицы на основе хитозана и глутамата хитозана, пригодные для связывания белков.

На примере модельных белков была отработана методика связывания белков с биополимерными микро-наночастицами.

В ходе исследований были проведены различные опыты, включающие использование полимера с различной среднечисловой молекулярной массой, разным соотношением полимера и белка, разными значениями pH, разным временем взаимодействия и температурой образования конъюгата.

Результаты эксперимента показали, что при pH 4,0 образование комплекса практически не наблюдалось, что связано с нейтрализацией зарядов обоих компонентов и снижением силы взаимодействия. При pH 5,2 наблюдалось незначительное связывание, в то время как при pH 5,7 оно возрастало. Максимальное связывание было зафиксировано при pH 6,2, особенно для комплекса глутамат хитозана с модельным белком при соотношении 1:8, что свидетельствует о высокой степени связывания между полисахаридом и белком в данных условиях. При дальнейшем повышении pH до 7,2 наблюдалось изменение консистенции раствора с образованием гелеобразной структуры, что, возможно, связано с агрегацией компонентов и изменением физико-химических свойств среды. Однако при этом специфического связывания белка с полисахаридом не происходило.

Также было проведено успешное связывание белка sfGFP с наночастицами хитозана. Полученные наночастицы имели однородное распределение по размеру, средний диаметр частиц составлял ~100 нм, что соответствует нанодиапазону и обеспечивает высокую удельную поверхность для сорбции. Зелёное флуоресцентное свечение частиц, наблюдаемое под люминесцентным микроскопом, подтверждает сохранение функциональной активности sfGFP после связывания при хранении конъюгатов в течение исследуемого временного диапазона.

Выводы. Оптимизированы условия связывания белков с частицами; наилучшее связывание модельного белка показал глутамат хитозана при pH 6,2 и соотношении 1:8 (по массе) при комнатной температуре и постоянном перемешивании в течение 60 минут.

Проведена характеристика полученных конъюгатов; подтверждена эффективность связывания и сохранность активности белков.

Представляется, что такие модельные конструкции могут быть использованы для доставки и стабилизации необходимых белковых компонентов в организм человека, а также для создания диагностических наборов, определяющих вирусные инфекции, циркулирующие в кровотоке, за счет повышения концентрации вирусных частиц в исследуемых образцах.

Список литературы

1. Geszke-Moritz M., Moritz M. Biodegradable Polymer Nanoparticle-Based Drug Delivery Systems // Polymers. – 2023. – Vol. 16, № 17. – Article № 2536. – P. 1–51.
2. Cagliani, R. Protein Adsorption: A Feasible Method for Nanoparticle Functionalization / R. Cagliani [et al.] // Materials. – 2019. – Vol. 12, No 12. – P. 1–22.
3. Mirshafiee, A. Protein corona significantly reduces active targeting yield / A. Mirshafiee [et al.] // Chem. Commun. – 2013. – Vol. 49, No 25. – P. 2557–2559.
4. Yadav, P. Preparation and characterization of BSA as a model protein loaded chitosan nanoparticles for protein-peptide-based drug delivery / P. Yadav, A.B. Yadav // Future J. Pharm. Sci. – 2021. – Vol. 7, No 200. – P. 1–12.

5. Сахабеев Р.Г. Свойства полимерных биосовместимых микро- и наночастиц на основе полимолочной кислоты и рецепторных белков, связывающих вирусы: Дисс. канд. биол. наук. – Санкт-Петербург, 2021. – 163.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ И МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА РОСТ ГРИБА *ASPERGILLUS ORYZAE* НА ТВЁРДОМ СУБСТРАТЕ ИЗ СОЕВОЙ ОБОЛОЧКИ

Китаева Я.В.

Омский государственный технический университет

Кафедра «Биотехнология, технология общественного питания и товароведение»

Научный руководитель - к.т.н., доцент Евдокимов Н.С.

Актуальность. *Aspergillus oryzae* является одним из важнейших микроорганизмов в современной промышленной биотехнологии. Его используют для производства ферментов (амилаз, протеаз, целлюлаз) широко применяемых в пищевой промышленности, а также в текстильной, целлюлозно-бумажной и других отраслях. Вовлечение побочных продуктов переработки агропромышленного комплекса в промышленные биотехнологические процессы качестве субстратов для твердофазной ферментации – актуальная задача, решение которой позволяет снизить себестоимость процессов и в значительной степени уменьшить проблему утилизации отходов. При этом в составе оболочки сои прослеживается дефицит необходимых для роста гриба микроэлементов – азота и фосфора [1,2].

Материалы и методы исследования. В работе использовали штамм *Aspergillus oryzae* sp. (Культура гриба кодзи) на рисовой муке. Суспензию конидий готовили таким образом: 0,2 г сухого материала (культура гриба Кодзи на рисовой муке) разводили в 10мл физ. раствора.

Подготовка субстрата. Соевую оболочку предварительно вручную очищали от крупных посторонних примесей, измельчали на лабораторной мельнице до мелкодисперсного состояния (размер частиц не более 1мм).

Влажность субстрата регулировали добавлением различного количества стерильной воды, в которой предварительно растворяли источники азота и фосфора.

Влажность субстрата доводили до 50, 60 и 70%. В качестве источников азота использовали сульфат аммония ((NH₄)₂SO₄) в концентрациях 0,1 и 0,2 % от массы сухого субстрата. В качестве источников фосфора – дигидрофосфат калия (KH₂PO₄) в концентрациях 0, 01 и 0,1% от массы сухого субстрата.

Культивирование.

По 5 г предварительно подготовленной соевой оболочки помещали в чашки Петри, туда же вносили необходимое количество минеральных веществ и доводили до нужной влажности, стерилизовали автоклавированием в течение 20 минут при температуре 121°C. После охлаждения до 35–40°C в субстрат вносили инокулят *Aspergillus oryzae*. Так же была контрольная чашка, куда не добавляли источники азота и фосфора. Культивирование проводили при 30°C в течение 5 суток. Рост микроорганизмов оценивали ежедневно путём визуальной оценки плотности мицелия и размера колоний.

Результаты исследования.

Влияние влажности субстрата на рост *A. oryzae*. Предварительно были проведены эксперименты по оценке влияния влажности на рост *A. Oryzae*, и сделаны такие выводы: при влажности 50% рост был замедленным. На 5 сутки культивирования при 50% влажности был отмечен средний размер колоний 2 см, а при влажности 60% средний размер колоний достигал 3 см, при 70% мицелий гриба распространялся практически по всей площади чашки. Наибольшая скорость роста не оценивали скорость роста и наиболее плотный мицелий наблюдались при влажности 60-70%. При 70% влажности мицелий практически покрывал всю площадь чашки, что чуть больше, чем при 60%.

Влияние источников азота. После определения оптимальной влажности были проведены эксперименты по определению оптимальной концентрации азота. Добавление источника азота стимулировало рост гриба по сравнению с контролем (0%), что доказывает необходимость его внесения в субстрат. Количество азота было рассчитано исходя из литературного обзора, где были описаны потребности *A. Oryzae* [3].

Влияние источников фосфора. Последним было определение влияния фосфора и синергическое влияние источников фосфора и азота.



Рисунок 1. Исследование влияния концентрации фосфора при постоянных влажности и концентрации источника азота

Добавление фосфора заметно усиливало плотность мицелия как по сравнению с контролем, так и по сравнению с образцами, куда добавляли только азот. Более высокая концентрация (0,1%) не давала дополнительного преимущества в росте колоний. На рисунке 1 представлены результаты на 5 день последнего эксперимента: в первом ряду представлен контроль, во втором ряду добавляли только источник азота в концентрации 0,5% от сухой массы субстрата, в 3 и 4 рядах добавляли источник азота (0,5%) и источник фосфора в размере 0,05 и 0,1% от массы сухого вещества соответственно.

Выводы. Установлено, что оптимальная влажность субстрата из соевой оболочки для роста *A. oryzae* составляет 70%.

Наибольшее стимулирующее влияние на рост оказывает добавление нитрата аммония $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$ в концентрации 1% от массы сухого субстрата в совокупности с добавлением источника фосфора (K_2HPO_4) в количестве 0,05% от сухой массы субстрата. Повышение концентрации источника фосфора не дает положительного эффекта.

Список литературы

1. Кривова А. Ю., Серб Е. М., Римарева Л. В., Оверченко М. Б., Серб Е. В., Калинина А. Г. Перспективы создания биотехнологической продукции на основе гриба *Aspergillus oryzae*

// Вопросы питания. 2018. №5 приложение. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-sozdaniya-biotekhnologicheskoy-produktsii-na-osnove-griba-aspergillus-oryzae> (дата обращения: 13.10.2025). Akram M. A. et al. Microbial and enzymatic biodegradation of plastic waste for a circular economy // Applied Sciences. - 2024. - Т. 14. - №. 24. - С. 11942.

2. Даба, Г.М., Мостафа, Ф.А. и Эльхатиб, В.А. Древняя плесневая культура коззи (*Aspergillus oryzae*) как современный биотехнологический инструмент. Bioprocess. 8, 52 (2021). <https://doi.org/10.1186/s40643-021-00408-z> Xu Y. et al. Degradation of polyvinyl chloride by a bacterial consortium enriched from the gut of *Tenebrio molitor* larvae // Chemosphere. - 2023. - Т. 318. - С. 137944.

3. Gamarra-Castillo O. et al. Meat substitute development from fungal protein (*Aspergillus oryzae*) // Foods. - 2022. - Т. 11. - №. 19. - С. 2940.

РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Завидовская К.В., Леонидова И.Ю.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра биологической и химической технологии

Актуальность. Современные тенденции развития пищевой индустрии диктуют новые требования к упаковке продуктов питания. Особое внимание уделяется материалам, которые позволяют не только надежно защитить продукцию от механических повреждений и неблагоприятных факторов окружающей среды, но и дополнительно обогатить пищевые товары различными полезными элементами. Это связано с повышением интереса потребителей к здоровому образу жизни и предпочтением экологически чистых продуктов, богатых витаминами и минералами.

Среди инноваций особое место занимают съедобные пленки, которые могут применяться как самостоятельно, так и совместно с традиционными материалами упаковки. Подобные пленки решают сразу две важные задачи: защищают продукт от порчи и улучшают его потребительские свойства, наполняя дополнительными ценными веществами

Цель работы заключалась в разработке составов полимерных коллагеновых пленок для пищевой промышленности. Коллаген представляет собой ценный белок животного происхождения, содержащийся в соединительной ткани, коже и костях животных. Гидролиз коллагена позволяет получать высокоценные добавки, которые активно используются в косметологии, медицине и, конечно же, в пищевом секторе. Для получения упаковочных коллагеновых пленок коллагенсодержащие соединительные ткани и сухожилия животных гидролизуют, смешивают с яичным белком, ароматизаторами, красителями, антиокислителями, антимикробными веществами и т.д.

Добавление к подобным пленкам растительных масел способствует приданию им эластичных свойств и используется для упаковки рубленых мясных продуктов.

В процессе исследования ставились следующие задачи: разработать оптимальный состав полимерных пленок на основе коллагена, изучить влияние дополнительных компонентов, таких как растительные масла, антиокислители, ароматизаторы и красители, на физические и химические свойства готовой пленки, оценить безопасность и надежность упакованных таким образом продуктов питания.

Материалы и методы исследования. Обработка жидкими фракциями копильного коллагеновой массы перед приготовлением позволяет увеличить прочность и толщину пищевых пленок, а также продукты в этих пленках в течение длительного времени не теряют вкусовых качеств. Особенно важно отметить то, что съедобные пленки способны удерживать различные соединения, которые обогащают продукты питания витаминами, жизненно важными микроэлементами и т.д., компенсируя дефицит необходимых человеку компонентов пищи.

При исследовании коллагеновых растворов определялась: массовая доля сухих веществ; вязкость; значение pH; механические свойства на разрывной машине в сухом виде; паропроницаемость.

Проведены сравнительные исследования влияния эфирных масел пряностей на свойства коллагеновой массы и полученных из нее образцов пленок. В качестве эфирных масел изучались масло гвоздичное и укропное. Установлено, что изучаемые эфирные масла оказывали влияние на изменение вязкости и значения pH коллагеновых масс по сравнению с контролем.

На заключительном этапе эксперимента были получены модельные образцы коллагеновых пленок путем высушивания исходных масс при комнатной температуре. Проведена органолептическая оценка опытных пленок. Изучены физико-химические свойства полученных пленок.

Результаты исследования. Испытанные образцы имели стабильный pH и высокую паропроницаемость, близкую по значениям контролю. Введение эфирных масел положительно сказалось на прочности опытных пленок.

Выводы. Проведенные исследования показали целесообразность производства съедобной пленки на основе продуктов растворения коллагенсодержащих отходов мясной промышленности, а применение разработанных составов пленок при производстве мясных продуктов позволяет увеличить сроки хранения и сохранить качество готового продукта.

Список литературы

1. Биотехнологические аспекты переработки отходов животного происхождения, Лазурина Л.П., Завидовская К.В., В сборнике: Университетская наука: взгляд в будущее. Сборник научных трудов по материалам Международной научной конференции, посвященной 83-летию Курского государственного медицинского университета. В 2-х томах. Курск, 2018. С. 68-69.
2. К вопросу разработки пищевой коллагеновой дисперсии, Гридякова Ю.В., Самохвалов М.М., В сборнике: Горизонты биофармацевтики. сборник научных трудов по материалам V Международной научно-практической молодежной конференции. Курский государственный медицинский университет. 2019. С. 35-37.
3. К вопросу формирования потребительских свойств функциональных пищевых продуктов, Доценко Ю.М., Алиева Д.А., Завидовская К.В., Лазурина Л.П., В сборнике: За нами будущее: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества. Сборник научных статей 2-й Всероссийской молодежной научной конференции. В 4-х томах. Отв. редактор А.А. Горохов. Курск, 2021. С. 67-70.
4. Изучение влияния полимерной основы на высвобождение биоконплексов из пищевых дисперсий, Завидовская К.В., В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2024. С. 97-99.

2,5-ДИЗАМЕЩЕННЫЕ ТЕТРАЗОЛЫ КАК ПЛАТФОРМА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ОРИГИНАЛЬНЫХ ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ МУЛЬТИТАРГЕТНОГО ДЕЙСТВИЯ

Еришов И.С., Скрыльникова М.А., Певзнер Л.М., Антоненко Д.В., Нестерова О.М., Новожилова Д.Д., Павлюкова Ю.Н.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

Кафедра химии и технологии органических соединений азота

Научный руководитель: д.х.н., профессор Островский В.А.

Актуальность. Важной проблемой Российского здравоохранения является обеспечение лекарственного суверенитета. В этой связи необходимы инновационные решения, обеспечивающие разработку активных ингредиентов импортозамещающих лекарственных средств и молодых дженериков [1]. Ключевым направлением является разработка средств коррекции метаболических нарушений, обладающих мультитаргетным действием на различные биологические мишени [2,3]. В результате анализа библиографии по химии и применению тетразолов нами установлено, что 2,5-дизамещенные тетразолы по комплексу свойств являются перспективными соединениями-платформами для формирования на их основе полифункциональных (мультитаргетных) лекарственных средств [4]. Подтверждение этой гипотезы было получено в результате *in silico* распознавания, синтеза и экспериментального тестирования некоторых 2,5-дизамещенных тетразолов [5].

Цель исследования. Выполнить *in silico* прогноз, синтезировать для последующего тестирования *in vitro*, *in vivo*, ранее не изученные представители ряда 2,5-дизамещенных тетразолов 1-3 (рис. 1).

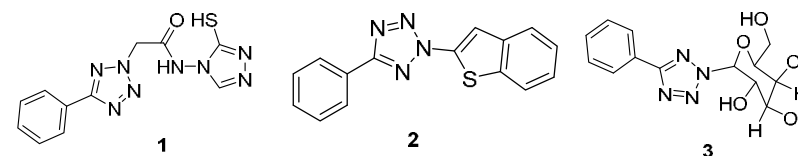
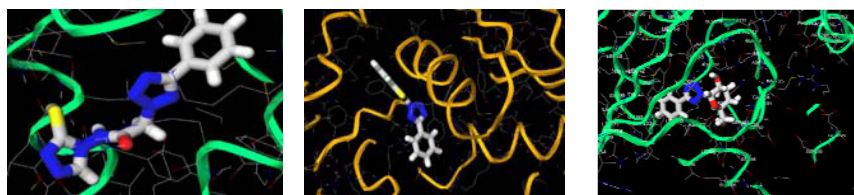


Рисунок 1. Формулы соединений 1-3

Материалы и методы исследования. *In silico* исследование спектра биологической активности выполняли при помощи программы PASS Online 2022 (<https://www.way2drug.com/all/>). Для оценки докинг-взаимодействий применяли сервис 1-click-docking (<https://mcule.com/apps/1-click-docking/>). ИК спектры записаны на приборе Shimadzu 8400-FTIR (Shimadzu Corporation, Япония) в таблетках KBr. Спектры ^1H и ^{13}C ЯМР зарегистрированы на спектрометре Bruker Avance III (Bruker Corporation, США) на частотах 400,17 Гц (^1H), 101,62 Гц (^{13}C) в DMSO- d_6 при 25°C, в качестве внутреннего стандарта использовали остаточные сигналы растворителя DMSO- d_6 (H 2.50 м.д., C 39.51 м.д.). Масс-спектроскопические данные были получены на приборе Agilent 6530 Q-TOF LC/MS (Agilent Technologies, США). Контроль за индивидуальностью полученных соединений осуществлен методом ТСХ на пластинах Silicagel 60F254, проявление в УФ свете (254 нм). Колоночную хроматографию проводили на сорбенте Silica 60 (0.063-0.200 мм) в качестве элюента использовали смесь растворителей CHCl_3 – MeOH.

Результаты исследования. Примеры визуализированных докинг-взаимодействий лигандов (лигандо-ориентированный дизайн) и примеров мишеней (выявлены с помощью PASS) с указанием энергии связывания (скоринг, ккал/моль) для лигандов 1-3 (скоринг), указаны ниже на рисунке 2.



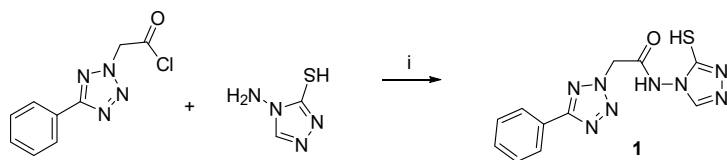
Соединение 1, -7.6

Соединение 2, -8.2

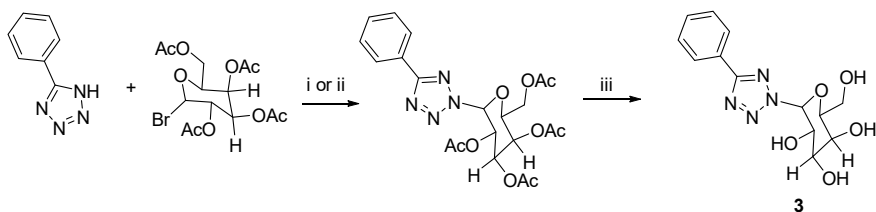
Соединение 3, -8.7

Рисунок 2. Позиционирование и энергия докинг-взаимодействий (ккал/моль) *N*-(3-меркапто-4*H*-1,2,4-триазол-4-ил)-2-(5-фенил-2*H*-тетразол-2-ил)-ацетамида **1** с мишенью PPAR-γ; 2-(бензо[*b*]тиофен-2-ил)-5-фенил-2*H*-тетразола **2** с мишенью сериновой протеазы, β-(2*R*,3*S*, 5*R*) - 2 - (гидроксиметил) - 6 - (5-фенил-2*H*-тетразол-2-ил) тетрагидро-2*H*-пиран-3,4,5-триола **3** с мишенью - 3' – фосфотрансфераза

Схемы и условия синтеза соединений 1-3 приведены ниже на рисунке 3. Строение и индивидуальность доказаны с применением комплекса инструментальных физико-химических методов: спектроскопия ^1H , ^{13}C ЯМР, масс-спектрометрия высокого разрешения, ИК спектроскопия, тонкослойная хроматография.



i: MeCN, Et₃N, reflux, 4h, 85%.



i: anhydr. acetone, dried K₂CO₃, reflux 8h, column chromatography (hexane-acetone=3:1), 49%;

ii: TEBAV, NaOH, CHCl₃ - H₂O, 35°C, 8h, column chromatography (hexane-acetone=3:1), 60%;

iii: MeOH, a few drops 1M solution NaOMe/MeOH, Amberlyst 15 (hydrogen form), 71%.

Рисунок 3. Схемы и условия синтеза соединений 1-3

Выводы. 2,5-дизамещенные тетразолы - *N*-(3-меркапто-4*H*-1,2,4-триазол-4-ил)-2-(5-фенил-2*H*-тетразол-2-ил)-ацетамид **1**, 2-(бензо[*b*]тиофен-2-ил)-5-фенил-2*H*-тетразол **2**, β-(2*R*,3*S*, 5*R*) - 2 - (гидроксиметил) - 6 - (5-фенил-2*H*-тетразол-2-ил) тетрагидро-2*H*-пиран-

3,4,5-триол **3** по данным компьютерных исследований способны проявлять полифункциональную (мультидартетную) активность. Образцы соединений **1-3** синтезированы, их строение и индивидуальность доказаны. Образцы подготовлены для тестирования *in vitro*, *in vivo* на базе профильных научных центров Санкт-Петербурга.

Список литературы

1. Взгляд химика-технолога на импортозамещение лекарственных средств / Островский В.А., Мирон С.Б., Павлюкова Ю.Н. // Известия Академии наук. Серия химическая. – 2023. – Т.72., № 12. – С. 3037-3051.
2. Polyfunctional Multitarget Drugs a Basis of Pharmacology of the 21st Century / P.V. Vasilyev, V.A. Kosolapov, A.A. Spasov et al. // Science Journal of VolSU. Natural Sciences. – 2018. – Vol.8., №1. – P.36-39 (doi: 10.15688/jvolsu11.2018.1.6).
3. Rational Design of Multitarget-Directed Ligands: Strategies and Emerging Paradigms / J. Zhou, X. Xueyang, S. He et al. // Journal of Medicinal Chemistry. – 2019. – Vol.62., Issue 20. – P. 8881-9340 (doi: 10.1021/acs.jmedchem.9b00017).
4. Tetrazoles / V.A. Ostrovskii, E.A. Popova, R.E. Trifonov // Comprehensive Heterocyclic Chemistry IV. – 2022. – Vol. 6. – P. 182-232 (doi: 10.1016/B978-0-12-818655-8.00131-1).
5. Хлорангидрид (5-фенилтетразол-2-ил)уксусной кислоты как ключевой реагент синтеза неаннелированных полиядерных тетразолсодержащих соединений с потенциальной противодиабетической активностью / В.А. Островский, Н.Т. Шманёва, И.С. Ершов [и др.] // Известия Академии наук. Серия химическая. – 2024. – Т.73., № 7. – С. 1977 – 1983.

РАЗРАБОТКА ПРОТИВОМИКРОБНОЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ФОРМЫ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ

Завидовская К.В., Едноровская О.В.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра биологической и химической технологии

Актуальность. Характерной чертой терапии в стоматологической практике выступает продолжительный контакт лекарственных препаратов с тканями ротовой полости. Для достижения длительного лечебного эффекта активные компоненты вводятся в состав гелей, мазей, трансдермальных систем, плёнок и аналогичных форм. В роли таких компонентов выступают антибактериальные препараты, витаминные комплексы, анальгетики, противовоспалительные и ранозаживляющие средства.

Целью проведённого научного изыскания являлось создание оптимизированного состава и технологической схемы изготовления биоразлагаемых пленочных лекарственных форм, включающих природные источники биологически активных веществ, одним из которых была выбрана сине-зелёная микроводоросль *Spirulina platensis*, известная своим уникальным биохимическим профилем и потенциальной эффективностью в области медицины.

Микроводоросли *Spirulina platensis* содержат богатый спектр природных биологически активных молекул, включая белки, каротиноиды, полисахариды, антиоксиданты, микроэлементы и витамины группы В, С, Е, бета-каротин и многие другие полезные вещества, играющие важную роль в поддержании здоровья человеческого организма.

Материалы и методы исследования. Разработанные составы включают гидроксипропилметилцеллюлозу, желатин и карбоксиметилцеллюлозу в качестве полимера-носителя. Процесс производства пленок включал ряд последовательных этапов, каждый из которых имел важное значение для конечного результата. Прежде всего готовилась базовая полимерная основа, после чего в неё вносились сухие порошкообразные экстракты *Spirulina platensis*, содержащие широкий ассортимент биоактивных компонентов. Затем добавлялись дополнительные вспомогательные ингредиенты, обеспечивающие улучшение эксплуатационных характеристик готового изделия. После смешивания всех компонентов смесь распределялась равномерно по форме, подвергалась процессу высушивания, после которого производился

строгий контроль качества полученного материала, упаковка и хранение образцов для дальнейших испытаний.

Полученный продукт оценивали по ряду ключевых показателей, отражающих качество изготовленных пленок и пригодность их для клинического применения. Важнейшими характеристиками являлись сохранение необходимой степени твердости при длительном хранении, высокая степень гидрофобности и водонабухаемости, отсутствие липкости, обеспечение достаточной эластичности и прочности, а также легкость аппликации на поверхность слизистой оболочки полости рта. Особое внимание уделялось показателям скорости высвобождения биологически активных веществ, поскольку именно этот показатель определяет продолжительность терапевтического воздействия препарата.

Результаты исследования. Анализ полученных результатов показал, что применение комбинации желатина и метилцеллюлозы в качестве полимерных матриц позволяет значительно увеличить способность пленок поглощать воду, обеспечивая прочное сцепление с влажными поверхностями и равномерное распределение биоактивных компонентов. Такая комбинация способствует постепенному выделению биоактивных элементов, обеспечивая стабильное пролонгированное поступление лекарственных веществ в зону воспаления.

Выводы. Проведенное исследование позволило разработать эффективные рецептуры и технологию изготовления уникальных медицинских изделий — специальных противомикробных пленок, обогащенных натуральным компонентом растительного происхождения — водорослью *Spirulina platensis*. Полученные пленки отвечают установленным международным стандартам качества и демонстрируют высокий уровень клинической эффективности при лечении хронических воспалительных процессов инфекционного характера, протекающих на слизистых оболочках полости рта.

Список литературы

1. Влияние новых биологически активных соединений на противомикробную и иммуномодулирующую активность, Хапчаева Д.А., Тихонова Я.В., Осташко Т.В., Завидовская К.В., Лазурина Л.П., В сборнике: Моделирование и прогнозирование развития отраслей социально-экономической сферы. материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 189-191.
2. Изучение возможности применения хитозана в полимерных лекарственных пленках, Завидовская К.В., В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. Сборник научных трудов по материалам X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 25-летию биотехнологического факультета и 20-летию кафедры биологической и химической технологии. 2017. С. 57-58.
3. К вопросу изучения антимикробной активности пленок, Алиева Д.А., Завидовская К.В., В сборнике: Горизонты биофармацевтики - 2017. Сборник материалов Международной научно-практической молодежной конференции, посвященной 25-летию биотехнологического факультета. 2017. С. 39-41.
4. К вопросу применения антибиотиков в пищевой промышленности, Романова С.А., Завидовская К.В., Дорохова Я.С., В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Курский государственный медицинский университет. 2018. С. 54-55.
5. Разработка антимикробного состава глицерогелей для пищевых дисперсий, Завидовская К.В., Корзанова Ю.В., Зайцева Т.Н., В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Курский государственный медицинский университет. 2018. С. 106-108.

АНТАГОНИСТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПРОБИОТИЧЕСКОЙ МИКРОФЛОРЫ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ В ОТНОШЕНИИ *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

Васютин И.Н., Фаттахова В.К. кызы

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

Научный руководитель – к. с/х н., доцент Гусева Т.М.

Актуальность. Одна из важных проблем медицинской практики, особенно педиатрической, – коррекция кишечного дисбактериоза. Особое внимание уделяется бактериям, поддерживающим дисбаланс нормальной микрофлоры и вызывающим воспалительные процессы в кишечнике детей. Ведущая роль в данной патологии принадлежит *Staphylococcus aureus*. Для восстановления нормальной микрофлоры кишечника используют препараты пробиотиков. Также антагонизм в отношении *Staphylococcus aureus* обладают микроорганизмы кисломолочных продуктов, входящих в обязательном порядке в рацион питания детей. Поэтому продукты, содержащие пробиотические культуры, нашли применение как профилактическое средство заболеваний желудочно-кишечного тракта, в том числе и дисбиотических нарушений.

Цель исследования – оценка антагонистической активности пробиотической микрофлоры кисломолочных продуктов в отношении *Staphylococcus aureus*.

Материалы и методы исследования. Разработан и проведен эксперимент, в котором оценивалась антагонистическая активность в отношении суточной лецитиназоположительной культуры *Staphylococcus aureus* микробиоты молочнокислых продуктов для детского питания. Также оценивали изменение силы антагонизма при совместном действии на тест-культуру пробиотических микробов и пребиотика инулина – олигофруктозы, стимулирующей размножение представителей нормальной микрофлоры и продукцию короткоцепочечных жирных кислот, которые усваиваются организмом, обеспечивая вторичные положительные эффекты. Характеристика пробиотических микроорганизмов в кисломолочных продуктах для детского питания, используемых в эксперименте, представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристика микробиоты молочнокислых продуктов

Вариант	Состав микробиоты	Количество в продукте
1	<i>Lactobacillus casei Actimunis</i>	2,2·10 ⁸ КОЕ/г
2	Йогуртовая закваска (<i>L. bulgaricus</i> <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium lactis</i>)	Не менее 10 ⁷ КОЕ/г
3	Комплекс <i>L. casei u L. rhamnosus</i>	Не менее 10 ⁷ КОЕ/г
4	Кефирный гриб (симбиоз лактобактерий, уксуснокислых бактерий, молочных дрожжей)	Лактобактерий – не менее 10 ⁷ КОЕ/г Молочных дрожжей – не менее 10 ⁴ КОЕ/г
5	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Bifidobacterium bifidum</i> , <i>B. longum</i> , <i>B. breve</i> , <i>B. infantis</i>	Не менее 10 ⁷ КОЕ/г

Для оценивания негативного воздействия на патоген пробиотической молочнокислой микрофлоры применяли стандартную методику [1, 2]. *S. aureus* культивировали в течение суток и засеивали сплошным слоем на среду АГВ в чашке Петри. Молочнокислые продукты + инулин наносили на простерилизованные бумажные диски, которые помещали на посев стафилококка. После 24-часовой инкубации, отмечали и измеряли зоны задержки роста. Результаты опыта подвергали статистической обработке.

Результаты исследования: Результаты измерений зон задержки роста приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Диаметры зоны задержки роста вокруг дисков с пробиотической микробиотой молочнокислых продуктов, мм

Вариант	Состав микробиоты	Без инулина	С инулином
1	<i>Lactobacillus casei Actimunis</i>	16,3±1,3	16,6±1,7
2	Йогуртовая закваска (<i>L. bulgaricus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium lactis</i>)	15,6±0,9	15,3±0,9
3	Комплекс <i>L. casei</i> и <i>L. rhamnosus</i>	10,6±1,7	9,6±1,7
4	Кефирный гриб (симбиоз лактобактерий, уксуснокислых бактерий, молочных дрожжей)	10,6±3,0	16,0±1,6
5	<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Bifidobacterium bifidum</i> , <i>B. longum</i> , <i>B. breve</i> , <i>B. infantis</i>	16,3±1,6	18,0±1,4

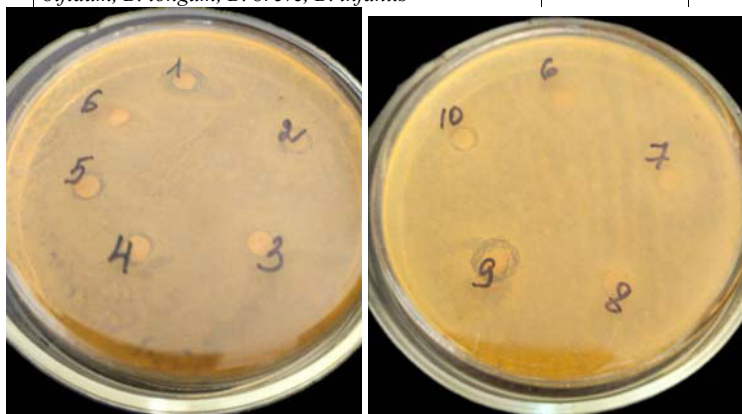


Рисунок 1 – Фотоматериал исследования

Эксперимент показал, что микрофлора молочнокислых продуктов для детского питания обладает антагонистической активностью в отношении *S. aureus*. Выявлено, что совместное применение пребиотика – инулина усиливает положительное действие пробиотиков 4 и 5 вариантов, на что указывает увеличение диаметров зон задержки роста вокруг дисков на 51% и 11% соответственно.

Выводы. Таким образом, молочнокислые продукты могут использоваться в комплексе с лечебными препаратами для коррекции дисбиотических нарушений, вызванных *S. aureus*.

Список литературы

1. Сравнительный анализ методов определения антагонистической активности молочнокислых бактерий / А.Н. Иркитова, Я.Р. Каган, Г.Г. Соколова // Известия Алтайского государственного университета. - 2012. – № 3-1(75). - С. 41- 44.
2. Антагонистическая активность бактериальных молочнокислых заквасок / С.А. Жакслыкова, Р.Э. Хабибуллин, Г.Ю. Яковлева [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. - 2014. - Т.17., №. 10. - С. 152-155.

ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННОГО ЗАГРУЗОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ АНТИСЕПТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, ПОЛУЧЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛЕТОК ДРОЖЖЕЙ В КАЧЕСТВЕ ШАБЛОНОВ

Ланцова Е.А.

Тульский государственный университет
Научно-исследовательский центр «БиоХимТех»
Научный руководитель – к.х.н., доцент Каманина О.А.

Актуальность. Постоянный рост резистентности микроорганизмов к антибиотическим и антисептическим средствам приводит к развитию альтернативных подходов для решения этой проблемы [1]. Происходит научный поиск материалов с антимикробной активностью, способных частично или полностью заменить часто используемые в больших объемах растворы неэффективных противомикробных веществ. Одним из возможных путей решения проблемы является разработка пористых материалов-носителей, обладающих достаточно развитой площадью поверхности для сорбции активных эффективных соединений [2]. Кроме того, возможно формирование функционализированного материала для дальнейшей пришивки антисептических соединений по функциональным группам.

Зачастую используется метод шаблонов для получения материала, обладающего с одной стороны достаточно большой площадью поверхности, с другой стороны – достаточно больших по диаметру пор для беспрепятственной диффузии активных веществ. Альтернативой мицеллам поверхностно-активных веществ, применяемых в качестве темплатов, могут служить клетки микроорганизмов. Для их использования необходима эффективная инкапсуляция клеток в кремнийсодержащий материал.

Цель исследования – изучение морфологии образцов на основе различных соотношений 3-хлорпропилтриметоксисилана и тетраэтоксисилана и клеток дрожжей для формирования пористого материала для установления оптимального состава для иммобилизации и возможности дальнейшего применения в качестве грузочной платформы для антисептических веществ.

Материалы и методы исследования. Для синтеза кремнийорганических материалов были применены клетки дрожжей *Ogataea polymorpha* ВКМ У-2559 и силановые предшественники – 3-хлорпропилтриметоксисилан (ХПТМС) и тетраэтоксисилан (ТЭОС) в следующих объемных соотношениях: 0/100, 25/75, 75/25, 90/10. Морфология материалов была изучена с помощью сканирующей электронной микроскопии.

Результаты исследования. Методом сканирующей электронной микроскопии определено строение 4 видов материалов с различным содержанием функционализированного силанового предшественника - 3-хлорпропилтриметоксисилана. Матрица на основе 100 об.% ТЭОС (рис. 1А) характеризуется плотной структурой, на поверхности которой видны отдельные клетки дрожжей *Og. polymorpha*, не покрытые оболочкой, размер которых составляет 2-3 мкм. Добавление в реакционную систему 25 об.% ХПТМС приводит к появлению сферических частиц диаметром от 1 до 5 мкм (рис. 1 Б). Кроме того, видны частицы неправильной геометрической формы большего размера, что может быть связано с неравномерным формированием золь-гель матрицы. Клеток дрожжей на поверхности материала не наблюдается.

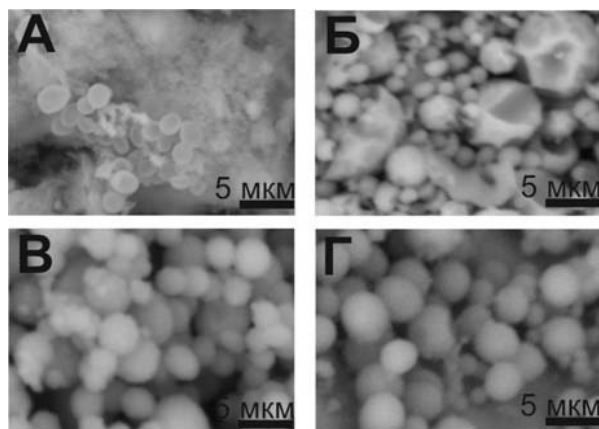


Рисунок 1. Сканирующая электронная микроскопия образцов материалов на основе дрожжей и кремнийорганических оболочек с объемным содержанием ХПТЭС и ТЭОС: А – 0/100, Б – 25/75, В – 75/25, Г – 90/10. Бар-метка – 5 мкм

Дальнейшее увеличение содержания ХПТМС до 75 и 90 об.% приводит к формированию крупных сферических частиц, в которые, вероятно, инкапсулированы клетки дрожжей (рис. 1В, Г). Средний размер частиц для материала с содержанием ХПТЭС 75 об.% составляет 3 мкм, с содержанием ХПТЭС 90 об.% – 4 мкм. Для образца с наибольшим содержанием ХПТЭС наблюдается более упорядоченная структура поверхности. Вероятно, данные соотношения позволяют наиболее эффективно инкапсулировать клетки дрожжей *Ogataea polymorpha*.

Выводы. Показана возможность инкапсуляции клеток дрожжей в кремнийорганические матрицы на основе 3-хлорпропилтриметоксисилана и тетраэтоксисилана в объемных соотношениях 75/25 об.% и 90/10 об.%. Данные содержания позволяют сформировать однородный материал, состоящий из сфер, окружающих клетки микроорганизмов. Это создает возможность применения штамма *Ogataea polymorpha* ВКМ У-2559 в качестве биотemplates для формирования пористых загрузочных материалов, которые могут найти применение в качестве антибактериальных покрытий.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-23-00410, <https://rscf.ru/project/25-23-00410/>

Список литературы

1. The WHO Bacterial Priority Pathogens List 2024: a prioritisation study to guide research, development, and public health strategies against antimicrobial resistance // H. Sati, E. Carrara, A. Savoldi [et al.] // The Lancet infectious diseases. – 2025. – V. 25., № 9. – P. 1033-1043.
2. Layer-by-layer self-assembly of core/shell pH-responsive MOF microcarriers coated with polyelectrolyte hydrogels for controlled antimicrobial delivery // C. Shen, L. Xu, G. Zhang, Q. Meng, // Chemical Engineering Journal. – 2025. – P. 169139.

МЕДИЦИНСКИЕ БИОТЕХНОЛОГИИ КАК ВЕКТОР РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ И ЗДОРОВОГО ОБЩЕСТВА

Кривогорницын И.Е.

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова,
Санкт-Петербург, Россия

Актуальность. Медицинские биотехнологии представляют собой стратегический вектор развития, синхронно направленный на укрепление здоровья общества и обеспечение экономического роста. В данной обзорной статье анализируется роль биотехнологического сектора как драйвера экономики, основанного на знаниях, с акцентом на текущее состояние и перспективы в Российской Федерации. Рассматриваются ключевые направления, включая генетические технологии, персонализированную и регенеративную медицину, а также цифровизацию здравоохранения. Особое внимание уделено системным вызовам, таким как разрыв между научной разработкой и коммерциализацией, зависимость от импорта оборудования и необходимость совершенствования регуляторной базы. На основе анализа литературы доказывается, что целенаправленное развитие медицинских биотехнологий является императивом для построения здорового общества и обеспечения национальной технологической безопасности.

Цель исследования. Проанализировать взаимосвязь между развитием медицинских биотехнологий, экономическим ростом и укреплением общественного здоровья, а также выявить системные проблемы и перспективы этого направления в РФ.

Материалы и методы. Для подготовки обзорной статьи был проведен анализ научных публикаций, материалов конференций (включая стенограммы Конгресса молодых ученых), государственных программ и аналитических отчетов за последние 5 лет [1]. Основными методами исследования выступили системный анализ, сравнительно-сопоставительный метод для оценки экономических данных и контент-анализ научной литературы [2,3]. Для оценки медико-социальных аспектов применялись подходы, изложенные в современных руководствах по эпидемиологии и диагностике социально значимых заболеваний [4, 5]. Особое внимание уделялось поиску источников, раскрывающих экономические аспекты биотехнологий (рыночные объемы, инвестиции, коммерциализация) и их социально-медицинские эффекты (внедрение персонализированных подходов, повышение доступности и качества медицинской помощи) [6]. Эмпирическую базу исследования составили источники, найденные в открытом доступе [7].

Результаты и их обсуждение.

Современный этап научно-технологического развития характеризуется интеграцией биологических, цифровых и инженерных наук, что выводит медицинские биотехнологии в ранг ключевых факторов геоэкономической конкуренции. Эти технологии не только революционизируют подходы к диагностике, лечению и профилактике заболеваний, но и формируют новые рынки с колоссальным экономическим потенциалом. Как отмечают эксперты, рынок биотехнологий уже сегодня оценивается более чем в 600 млрд долларов США, 60% которого приходится на сегмент биомедицины, а к 2025 году его объем может достичь 2–2,5 трлн долларов. Для России, чья доля на этом рынке пока менее 1%, активизация деятельности в данной области является стратегической задачей, непосредственно связанной с национальной безопасностью и благополучием граждан.

1. Экономический потенциал и государственная стратегия.

Биотехнологический сектор признается одним из наиболее динамичных и капиталоемких в мировой экономике. Прогнозируемый рост рынка до 2–2,5 трлн долларов к 2025 году в значительной степени будет обеспечен технологиями персонализированной медицины, объем которых оценивается в 600–650 млрд долларов [7]. В России развитие отрасли осуществляется в рамках государственной программы развития генетических технологий до 2030 года, которая базируется на триаде: «технологии, персонализация, здоровьесбережение». Этот стратегический выбор отражает переход от парадигмы «ремонтной» медицины к проактивному управлению здоровьем. Однако, как показывает анализ реализации госпрограмм в

сфере здравоохранения, сохраняются проблемы низкого качества планирования целевых показателей и неэффективного использования выделенных средств, что требует совершенствования механизмов управления [1,3].

2. Ключевые технологические направления и их вклад в здоровье общества.

- Генетические технологии и персонализированная медицина.

Развитие генетических технологий позволяет не только выявлять риски наследственных заболеваний, но и активно управлять ими. Ярким примером является стартовавший в России масштабный скрининг на 36 нозологий, который позволит проводить своевременную диагностику и назначать индивидуальное лечение [6]. Фокус смещается с создания высокотехнологичных методов лечения на технологии здоровьесбережения.

- Цифровая трансформация как катализатор [7].

Цифровизация экономики здравоохранения, включая внедрение электронных медицинских книжек, использование больших данных и искусственного интеллекта, создает основу для планомерного развития медицинских организаций и повышения эффективности управления данными [2].

- Передовые терапевтические методы.

Учебные программы, такие как дисциплина «Медицинская биотехнология», акцентируют внимание на прорывных областях: биологии, генная терапия (включая CRISPR/Cas9), регенеративная медицина и таргетная доставка лекарств [6,7]. Эти направления являются основой для создания лекарственных средств нового поколения и принципиально новых методов лечения, в том числе онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний [8,9].

3. Системные вызовы и пути их решения.

Несмотря на оптимистичные прогнозы и государственную поддержку, отрасль сталкивается с серьезными вызовами:

- Разрыв между разработкой и внедрением («долина смерти»). Для его преодоления реализуется федеральный проект «Медицинская наука для человека» [1].

- Импортозависимость. Частичный или полный уход иностранных компаний с российского рынка создал дефицит лабораторно-диагностического оборудования. Выходом видится усиление господдержки отечественных производителей и тонкая настройка соответствующих инструментов [3].

- Регуляторные барьеры. Участники рынка отмечают необходимость адаптации регуляторики для применения высокотехнологичных препаратов, в частности, в области генной терапии [8,10].

- Кадровый потенциал. Для успешного развития необходима подготовка не только врачей и биологов, но и междисциплинарных специалистов, таких как биоинформатики, инженеры-биотехнологи и кибернетики [6].

Выводы. Медицинские биотехнологии являются мощным драйвером экономического роста, формируя новый технологический уклад и создавая рынки с триллионной капитализацией [1,7]. Целенаправленное развитие этого направления соответствует стратегическим интересам России в области перехода к биоэкономике [3].

Социальный и медицинский эффект от развития биотехнологий выражается в переходе к персонализированной, превентивной модели медицины, что напрямую способствует сохранению здоровья населения и повышению качества жизни [6,7].

Для реализации имеющегося потенциала необходима комплексная работа по преодолению системных барьеров, включая усиление мер господдержки отечественных разработок и производства, модернизацию регуляторной базы и ускоренное воспроизводство квалифицированных кадров, способных работать на стыке дисциплин [3,6,10]. Важным условием успеха является также интеграция современных методов эпидемиологической диагностики и мониторинга социально значимых заболеваний для объективной оценки вклада биотехнологий в здоровье нации [4, 5].

Список литературы

1. Медицинские биотехнологии – ключевой вектор развития экономики и общества [Электронный ресурс] // Конгресс молодых ученых. – 2022. – URL: <https://xn--80aa3ak5a.xn--plai/news/meditsinskie-biotekhnologii-klyuchevoy-vektor-razvitiya-ekonomiki-i-obshchestva/>
2. Симченко, Н. А. Цифровое развитие экономики здравоохранения: от выявления тенденций – к планомерному развитию / Н. А. Симченко, А. А. Яновская // Профилактическая медицина. – 2023. – Т. 26, № 5. – С. 89-94.
3. Латушкина, Т. А. Анализ реализации государственной программы Российской Федерации «Развитие здравоохранения» / Т. А. Латушкина // Управленческий учет. – 2025. – № 2. – С. 6-15.
4. Эпидемиология социально значимых заболеваний / А. А. Кузин, В. Н. Емельянов, В. Н. Болехан [и др.]. – Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, 2025. – 93 с. – EDN HKRGXJ.
5. Основы общей эпидемиологии. Эпидемиологическая диагностика: Учебное пособие / В. Н. Емельянов, А. А. Кузин, В. А. Вирко [и др.]. – Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, 2025. – 94 с.
6. Медицинская биотехнология: программа дисциплины [Электронный ресурс] // НИУ ВШЭ. – 2024/2025 учебный год. – URL: <https://www.hse.ru/ma/bioeconomics/courses/918981815.html>
7. Медицинская биотехнология: программа дисциплины [Электронный ресурс] // НИУ ВШЭ. – 2024/2025 учебный год. – URL: <https://www.hse.ru/ma/bioeconomics/courses/918981815.html>
8. Омеляновский, В. В. Регистрация первых CAR-T технологий в мире: уроки для России / В. В. Омеляновский, Т. П. Безденежных, Т. С. Тепцова [и др.] // Медицинские технологии. Оценка и выбор. – 2020. – Т. 40, № 2. – С. 18–25. – DOI: 10.17116/medtech20204002118.
9. Иващенко, И. А. Системы 3D-культивирования клеток: современное состояние / И. А. Иващенко, В. В. Василевский, О. С. Федотова [и др.] // Биотехнология. – 2024. – Т. 40, № 2. – С. 23–25. – DOI: 10.56304/S0234275824020066.
10. Пучков, О. А. Специфика геномных правоотношений: новые подходы к исследованию / О. А. Пучков // Правопорядок: история, теория и практика. – 2025. – № 1 (44). – С. 10–16. – DOI: 10.47475/2311-696X-2025-44-1-10-16.

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ РАЗМЕРА ЧАСТИЦ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНАЛИЗАТОРА ZETASIZER

Дрючина А.А.

ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» г. Курск, Россия

Кафедра биологической и химической технологий

Научный руководители: к.б.н., доцент Басарева О.И.,

к.б.н., научный сотрудник лаборатории клеточной микробиологии

ФГБУ «НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи» Тухватулина Н.М.

Актуальность. При производстве фармацевтических препаратов одним из основных технологических процессов является фильтрация, в ходе которой на дальнейшие операции передается осадок или фильтрат. Для правильной оценки эффективности фильтрации, а также для подбора материала и размера пор фильтровальной перегородки была освоена методика измерения размера частиц методом динамического рассеяния света с использованием анализатора Zetasizer

Цель: изучить устройство анализатора Zetasizer и правила его использования при оценке размера частиц.

Материалы и методы. Анализаторы частиц Zetasizer предназначены для измерения размеров и дзета-потенциала частиц в жидкости. Принцип работы основан на методе динамического рассеивания света, который позволяет определить размер частиц в жидкости по коэф-

фициенту диффузии [2]. Основными элементами измерительной части являются лазерный источник света, фокусирующая оптическая система и фотодиодный детектор. Коррелятор и микропроцессорное устройство предназначены для обработки измерительных сигналов, полученных с фотодиодного детектора. Управление анализаторами и представление результатов измерений осуществляется на компьютере с помощью автономного программного обеспечения на основе операционной системы Windows [3].

Результаты исследования. Для освоения методики измерения размера частиц с использованием анализатора Zetasizer были взяты стандартные образцы со следующим размером частиц: 100 нм и 203 нм. Из предложенного перечня режимов работы оборудования выбрали режим size, который отвечает за измерение размера частиц. Анализатор три раза проводит измерения для вычисления среднего значения и снижения погрешности результатов. Полученные результаты представлены в виде диаграмм на рисунках 1 и 2.

Первая диаграмма называется «By intensity», она позволяет по интенсивности свечения определить размер частиц. Наблюдалась следующая зависимость: при размере частиц 58 нм интенсивность свечения начинала возрастать, достигнув 110,3 нм (пика диаграммы), интенсивность начинала уменьшаться до 0, что соответствовало размеру 190 нм.

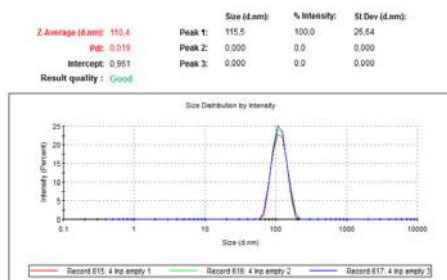


Рисунок 1 – Результаты измерения размера частиц

Вторая диаграмма называется «By number» (рисунок 2), она позволяет определить, частицы какого размера преобладают в суспензии. Было показано, что в суспензии преобладают частицы с размером 97,35 нм.

Таким образом, было показано, что в первом образце суспензии преобладают частицы со средним размером 94,78 нм, что приблизительно соответствует установленному размеру исследуемого образца.

Провели измерение размера частиц во втором стандартном образце. Полученные результаты представлены в виде диаграмм на рисунках 3 и 4.

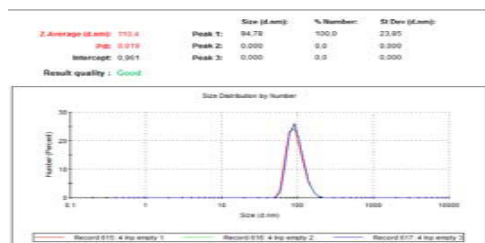


Рисунок 2 – Результат измерения количества частиц соответствующего размера

На диаграмме «By intensity» (рисунок 3) для второго образца наблюдалась следующая зависимость: при размере частиц 110 нм интенсивность свечения начинала возрастать, достигнув 216,1 нм (пика диаграммы), интенсивность начинала уменьшаться до 0, что соответствовало размеру 240 нм.

По диаграмме «By number» (рисунок 4) было установлено, что в суспензии преобладают частицы с размером 175,6 нм.

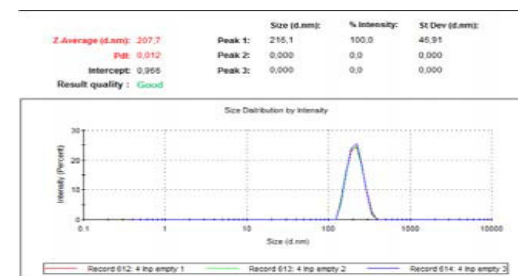


Рисунок 3 – Результаты измерения размера частиц

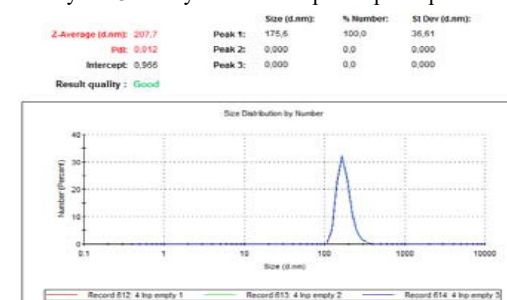


Рисунок 4 – Результат измерения количества частиц соответствующего размера

Результаты эксперимента показали, что во втором образце суспензии преобладают частицы со средним размером 175,6 нм

Выводы. Таким образом, размеры частиц, которые были определены в результате измерения на приборе Zetasizer (97,35 нм и 175,6 нм), соответствуют установленному размеру стандартных образцов (100 нм и 200 нм, соответственно).

Список литературы

- Cooper D.L., Robbins M.A. Comparison of Dynamic Light Scattering Data Acquired by Different Instruments. Journal of Colloid and Interface Science, Vol. 434, pp. 11–18, 2019.
- Malvern Panalytical. User Manual for Zetasizer Nano Series. Malvern Instruments Ltd., UK.
- Jones M.R., Williams C.J. Zeta Potential Measurement: Principles and Applications. John Wiley & Sons, Chichester, UK, 2017.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О РОЛИ МИТОХОНДРИЙ В ПРОЦЕССЕ СТАРЕНИЯ

Петров А. Д., Чернявская А. А., Писарева А. А., Юрченко А. Д.
 Российский государственный аграрный университет – МСХА
 имени К. А. Тимирязева
 Кафедра биотехнологии
 Научный руководитель – к.б.н., доцент Моисеенко К. В.

Актуальность. Старение, в широком смысле, — это процесс, определяющийся постепенным снижением функциональных возможностей организма и потерей его физиологической целостности. Он является одним из основных факторов риска для возникновения основных патологий человека, включая рак, диабет, сердечно-сосудистые заболевания и нейродегенеративные заболевания. Исследование старения в последние годы достигло большого прогресса: было выявлено, что скорость старения в некоторой степени можно контролировать, и что она зависит от ряда ключевых признаков, одним из которых является митохондриальная дисфункция. Митохондриальная дисфункция — это нарушение работы митохондрий, которое напрямую связано с процессом старения и является причиной множества дегенеративных заболеваний.

Цель исследования — анализ современных представлений о роли митохондрий в процессе старения, и подходов к борьбе с причинами митохондриальной дисфункции.

Материалы и методы исследования. Митохондрии выполняют функцию не только органеллы, служащей источником АТФ и ответственной за клеточное дыхание, но и играют важную роль в регуляторных и сигнальных процессах организма. При этом они обладают собственной митохондриальной ДНК (мтДНК), что делает эти органеллы мишенью для накопления ошибок, способных приводить к фенотипическому проявлению старения и широкому спектру дегенеративных заболеваний [1].

Одной из основных теорий старения в течение долгих лет была митохондриальная теория свободнорадикального старения (Mitochondrial free radical theory of aging, MFRTA). Согласно ей, активные формы кислорода (АФК), накапливающиеся при работе электрон-транспортной цепи (ЭТЦ), производящей АТФ, постепенно накапливают мутации в мтДНК. Эти мутации нарушают корректную работу ЭТЦ, что приводит к повышению концентрации АФК, создавая порочный круг. Хотя множество коррелятивных данных подтверждают MFRTA и роль повышенного образования АФК и окислительного повреждения при различных типах заболеваний, связанных со старением, более поздние данные ставят под сомнение эту модель старения [2]. Выяснено, что АФК — это не просто нежелательные побочные продукты метаболизма кислорода, но и важные сигнальные молекулы. При этом не была выявлена четкая корреляция между эффективностью антиоксидантной защиты и продолжительностью жизни. Напротив, мутации, нарушающие эффективность работы ЭТЦ, но не приводящие к окислительному стрессу, могут обуславливать фенотипы преждевременного старения. Это было подтверждено в эксперименте с мышами, у которых была создана неспособная к проверке (proofreading) полимеразы мтДНК (PolgA) [3]. Это говорит о том, что одна из основных ролей митохондрий в процессе старения связана с накоплением в тканях клеток с мутациями мтДНК, которые приводят к биоэнергетическому дефициту. Многочисленные исследования показали, что клональная экспансия соматических мутаций мтДНК создает мозаичную дисфункцию ЭТЦ в стареющих тканях и, таким образом, приводит к функциональным нарушениям. Однако остается неясным, как накапливаются мутации мтДНК и как они связаны со старением, поскольку мутации мтДНК присутствуют на относительно низком общем уровне в нормальных стареющих тканях.

Недавние исследования также показали, что значимую роль в митохондриальной дисфункции, помимо накопления мутаций в мтДНК, могут играть митохондриальные микроРНК (mitochondrial microRNAs, mitomiR); в частности, их нехватка может вызывать болезни Альцгеймера и Паркинсона. МикроРНК (microRNAs, miRNAs) являются важными регу-

ляторами ряда биологических процессов, таких как рост клеток, пролиферация, эмбриональное развитие, дифференцировка тканей и апоптоз. Они обнаруживаются, помимо ядра, также во многих органелах, в частности в митохондриях, где число их разновидностей достигает 400. В митохондриях они модулируют трансляционную активность их генома; каким именно способом, пока не известно. Также не известно, способен ли сам митохондриальный геном на генерацию собственной микроРНК и как она может влиять на регуляцию клеточных процессов в целом. Но уже есть данные о роли микроРНК, в частности и митохондриальной микроРНК, в патогенезе и прогрессировании Альцгеймера и Паркинсона. Для Альцгеймера это miR-107, отвечающей за окислительные способности митохондрий: снижение уровня которой приводит к уменьшению их объема и объема их крист, что коррелирует с аномальной анатомией коры головного мозга при болезни. Для Паркинсона это микроРНК, такие как miR-7, miR-21, miR-144-3p. Изменения в их экспрессии вызывают нарушения митохондриальной активности, биогенеза и функционирования митохондрий, что способствует формированию аутофагосом из поврежденных митохондрий, приводя к различным проявлениям болезни [4]. Это позволяет сделать предположение о сложной взаимосвязи между различными признаками старения, поскольку главную роль в регуляции микроРНК несет ядро.

На сегодняшний день различные виды терапий и профилактик, направленные на митохондрии, находятся в зачаточном состоянии. Известно, что благоприятный эффект снижения общего калоража питания связан с уменьшением нагрузки на митохондрии [5]. Терапевтические же подходы остаются на стадии доклинических и клинических исследований. Среди наиболее широко цитируемых терапевтических классов в митохондриальной медицине являются митохондриально-таргетированные соединения, в частности антиоксиданты, которые направлены на снижение патологического накопления мтАФК, а также на сохранение митохондриальной функции. К ним относятся природные соединения, такие как коэнзим Q (Q10) и его синтетические производные, идебенон и трифенилфосфин-конъюгированный с митохондриальным коэнзимом Q (triphenylphosphonium (TPP)-conjugated MitoQ), и другие TPP-конъюгированные антиоксиданты, такие как митохондриальный витамин Е (Mito-vitamin-E) и митохондриально-направленный антиоксидант (mitoTEMPO) [6]. Но данные препараты направлены на митохондрии с аномальной выработкой АФК, а это, как было выяснено выше, не единственная и не самая важная причина митохондриальной дисфункции. Поэтому большой интерес вызывают менее изученные препараты, направленные на митофагию и митохондриальный биогенез, которые могут замедлять прогрессирование развития митохондрий с вредоносными мутациями.

Результаты исследования. По данным множества исследований, доказывающих, что митохондриальная дисфункция — это один из ключевых факторов старения и одна из основных причин множества дегенеративных заболеваний, включая болезни Альцгеймера и Паркинсона. Однако конкретные механизмы, приводящие к ней, все еще являются слабо изученными, поэтому и отсутствуют четкие методы терапии данного состояния. На данный момент известно, что ключевую роль в развитии митохондриальной дисфункции играют не сами АФК, а различные мутации в мтДНК, приводящие к ухудшению работы ЭТЦ, и нарушения в выработке митохондриальных микроРНК. На этих темах следует сконцентрировать будущие исследования.

Выводы. Старение — это сложный многофакторный процесс, и митохондриальная дисфункция является его неотъемлемой частью. Ее изучение позволит человечеству глубже разобраться в данном вопросе. Следует изучить взаимосвязь митохондриальной дисфункции с остальными признаками старения и то, возможно ли как-либо повлиять на скорость старения с помощью создания митохондрий с более совершенными механизмами репарации. Также перспективной темой является изучение препаратов, способствующих замедлению процессов, приводящих к митохондриальной дисфункции.

Список литературы

1. López-Otín C. et al. Hallmarks of aging: An expanding universe //Cell. – 2023. – Т. 186. – №. 2.

- С. 243-278.
2. Bratic A. et al. The role of mitochondria in aging //The Journal of clinical investigation. – 2013. – Т. 123. – №. 3. – С. 951-957.
3. Vermulst M. et al. DNA deletions and clonal mutations drive premature aging in mitochondrial mutator mice //Nature genetics. – 2008. – Т. 40. – №. 4. – С. 392-394.
4. John A., Kubosumi A., Reddy P. H. Mitochondrial MicroRNAs in aging and neurodegenerative diseases //Cells. – 2020. – Т. 9. – №. 6. – С. 1345.
5. López-Lluch G. et al. Calorie restriction induces mitochondrial biogenesis and bioenergetic efficiency //Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2006. – Т. 103. – №. 6. – С. 1768-1773.
6. Harrington J. S. et al. Mitochondria in health, disease, and aging //Physiological reviews. – 2023. – Т. 103. – №. 4. – С. 2349-2422.

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПОЛУЧЕНИЮ ИЗОНИАЗИДА

Митусова И.А.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра биологической и химической технологии

Научный руководитель – к.б.н., доцент Басарева О.И.

Актуальность. Изониазид (гидразид изоникотиновой кислоты) является ключевым компонентом терапии туберкулёза – заболевания, которое остаётся глобальной проблемой здравоохранения [1]. Традиционный химический синтез изониазида основан на использовании токсичных реагентов (гидразина, органических растворителей) и сопровождается образованием трудноутилизируемых отходов. В связи с этим актуален поиск экологически безопасных биотехнологических подходов к получению изониазида или его предшественников с использованием микроорганизмов-продуцентов.

Цель исследования. Провести обзор современных литературных данных по биотехнологическим методам получения изониазида и его предшественников, определить перспективные направления развития биосинтетических процессов и их преимущества по сравнению с традиционным химическим синтезом.

Материалы и методы. Для подготовки обзора проведён анализ отечественных и зарубежных публикаций. Рассматривались работы, посвящённые биосинтезу изоникотиновой кислоты, гидразидов пиридинового ряда, а также биокатализу реакций ацилирования и гидразинирования. Особое внимание уделялось исследованиям, выполненным с применением микроорганизмов родов *Rhodococcus*, *Pseudomonas*, *Mycobacterium* и *Bacillus*.

Результаты исследования. Наибольший интерес представляют пути микробного синтеза изоникотиновой кислоты, которая далее может быть химически или ферментативно превращена в изониазид. Основным ферментом, участвующим в биотрансформации пиридина в изоникотиновую кислоту, является пиридинмонооксигеназа, кодируемая геном *rpoA*.

Наиболее перспективные результаты достигнуты при использовании бактерий *Rhodococcus erythropolis*, способных окислять пиридин до изоникотиновой кислоты с выходом до 3–3,5 г/л при оптимизации условий культивирования [2, 3, 4]. Ряд авторов отмечают, что дальнейшая ферментативная конденсация изоникотиновой кислоты с гидразином возможна в присутствии амидгидратаз или амидсинтетаз бактериального происхождения.

Выводы. Биотехнологические методы синтеза изониазида являются перспективной альтернативой химическому производству. Основным направлением исследований остаётся получение изоникотиновой кислоты микроорганизмами, способными к окислению пиридина. Применение генно-инженерных технологий и ферментных каскадов открывает возможность полного биосинтеза изониазида в будущем. Биотехнологический подход способствует реализации принципов «зелёной химии» в фармацевтической промышленности.

Список литературы

1. World Health Organization. Global Tuberculosis Report 2024. – Geneva: WHO, 2024.
2. Кашпур Н.В., Дроздов В.Н. Биотехнологические аспекты получения изоникотиновой кислоты // Биоорганическая химия. – 2023. – Т. 49, № 5. – С. 721–728.
3. Shukla R., et al. Bioconversion of pyridine derivatives by *Rhodococcus* spp. // Applied Microbiology and Biotechnology. – 2022. – Vol. 106. – P. 1521–1532.
4. Теоретические основы биотехнологии в производстве биологически активных веществ. Часть 1.: Учебное пособие для студентов биотехнологического факультета/ Басарева О.И., Джанчатова Н.В., Атреева Л.В. [и др.] -Курск, КГМУ, 2025. -120 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ХИТОЗАНА И УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОГЕЛЕВЫХ СФЕРОИДОВ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ МИКРОФЛЮИДНОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Тимошкина Е.С., Гарифуллина Р.И., Спиридонова А.Л.

Удмуртский государственный университет

Кафедра физиологии, клеточной биологии и биотехнологии

Научный руководитель – к.б.н., доцент Черенков И.А.

Актуальность. Хитозан является перспективным биополимером для создания гидрогелевых систем в биомедицине [1]. Однако эффективное применение таких систем требует оптимизации концентраций компонентов, поскольку соотношение хитозана и уксусной кислоты влияет на свойства растворов в процессе гелеобразования [2]. Концентрация уксусной кислоты определяет степень протонирования аминогрупп хитозана, влияя на кинетику ионного сшивания. Отсутствие единых стандартов в подборе концентраций связано с вариабельностью молекулярных характеристик хитозана и условий проведения исследований [1, 2]. Таким образом, систематическое исследование влияния концентраций хитозана и уксусной кислоты на формирование сфероидов представляет актуальную задачу, решение которой позволит стандартизировать протоколы получения гидрогелей для биомедицинских применений.

Цель исследования – оптимизация концентрационного состава системы «хитозан–уксусная кислота» для синтеза гидрогелевых сфероидов с воспроизводимыми характеристиками, предназначенными для использования в микрофлюидных системах.

Материалы и методы исследования. Приготовление рабочих растворов включало варьирование концентраций как хитозана (Биопрогресс), так и уксусной кислоты в диапазоне 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 (масс. %). Получение растворов осуществляли путем постепенного внесения порошка хитозана в водный раствор уксусной кислоты при постоянном перемешивании на магнитной мешалке (Biosan) до образования однородной жидкости. Приготовление желирующего агента (1М NaOH) осуществлялось растворением соответствующей навески в дистиллированной воде. Все взвешивания выполнялись на аналитических весах (JIB 120–A CARTOGOSM).

Формирование гидрогелевых сфероидов (рис. 1) проводилось методом капельного ионного гелеобразования. Раствор NaOH помещался в лабораторный стакан с последующим капельным введением раствора хитозана в щелочную среду через шприц с иглой G23. Контакт капли раствора хитозана с раствором NaOH приводил к образованию гидрогелевых структур из хитозана.

Расчет навески хитозана осуществлялся по стандартной формуле:

$$m(g) = (C(\%) \times V(мл)) / 100(\%)$$

Концентрации рабочих растворов уксусной кислоты устанавливали с использованием уравнения разбавления:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2,$$

где C_1 – исходная концентрация кислоты (%); V_1 – объем исходного раствора (мл); C_2 – требуемая концентрация рабочего раствора (%); V_2 – конечный объем раствора (мл).

Результаты исследования. В ходе работы получены стабильные гидрогелевые сфероиды методом капельного гелеобразования. Установлено, что морфология и стабильность образующихся частиц существенно зависят от концентраций хитозана и уксусной кислоты (табл. 1).

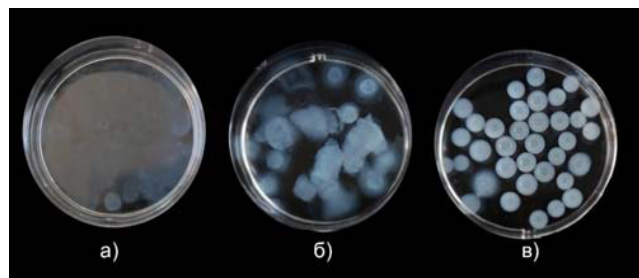


Рисунок 1. Формирование гидрогелевых структур из хитозана в зависимости от соотношения концентраций хитозана и уксусной кислоты в исходном растворе. а)× – хлопьевидные, б)Δ – форма капли, в)○ – сфероиды

Таблица 1 – Оптимальные концентрации компонентов для получения устойчивых сфероидов

	Уксусная кислота, %						
Хитозан, %	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5
0,25	×	×	–	–	–	–	–
0,5	Δ	×	×	×	×	×	×
0,75	○	○	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
1,0	○	○	○	○	○	Δ	Δ
1,5	○	○	○	○	○	Δ	Δ
2,0	○	○	○	○	○	Δ	Δ
2,5	○	○	○	○	○	○	○

Результаты демонстрируют, что оптимальные характеристики формирования сфероидов достигаются при концентрациях хитозана 1,0–2,0% и уксусной кислоты 0,75–1,5%. В этих условиях образуются сферические частицы с воспроизводимыми размерами и высокой стабильностью.

Низкие концентрации хитозана 0,25–0,5% приводят к образованию непрочных хлопьевидных структур, в то время как высокие концентрации уксусной кислоты, свыше 2,0%, подавляют процесс гелеобразования, что вызывает нестабильное каплеобразование.

Выводы. Проведенные исследования позволили установить критические зависимости между концентрационным составом системы "хитозан–уксусная кислота" и морфологией формируемых гидрогелевых структур. Экспериментально подтверждено, что снижение концентрации хитозана (ниже 1,0%) приводит к образованию непрочных хлопьевидных структур, в то время как превышение концентрации уксусной кислоты (выше 1,5%) ингибирует процесс гелеобразования вследствие избыточной протонизации аминогрупп полимера [3].

Наилучшие морфологические характеристики и стабильность сфероидов достигаются в концентрационных диапазонах хитозана 1,0–2,0% и уксусной кислоты 0,75–1,5%.

Полученные концентрационные зависимости представляют интерес для разработки микрофлюидных систем для получения сфероидов из хитозана, которые находят применение в области направленной доставки лекарственных средств, тканевой инженерии, технологий «орган-на-чипе» [4].

Список литературы

1. Li Z. et al. Chitosan–Based Hydrogel Beads: Developments, Applications, and Challenges //Polymers. – 2025. – Vol. 17. – №. 7. – P. 920.
2. Ahmed T. A., Aljaeid B. M. Preparation, characterization, and potential application of chitosan, chitosan derivatives, and chitosan metal nanoparticles in pharmaceutical drug delivery //Drug design, development and therapy. – 2016. – Vol. 10. – P. 483–507.
3. Wang M. et al. Chitosan–Based Multifunctional Biomaterials as Active Agents or Delivery Systems for Antibacterial Therapy //Bioengineering. – 2024. – Vol. 11. – №. 12. – P. 1278.
4. Upadhyay U. et al. Development of an alginate–chitosan biopolymer composite with dECM bioink additive for organ-on-a-chip articular cartilage //Scientific Reports. – 2024. – Vol. 14. – №. 1. – P. 11765.

TIGR–TAS КАК АЛЬТЕРНАТИВА CRISPR–Cas9

Чернявская А.А., Петров А.Д., Писарева А.А., Юрченко А.Д.
Российский государственный аграрный университет — МСХА
имени К. А. Тимирязева
Кафедра биотехнологии

Научный руководитель – к.б.н., доцент Моисеенко К. В.

Актуальность. Такие инструменты, как CRISPR–Cas9, произвели прорыв в генетической инженерии, сделав модификацию ДНК более доступной и эффективной. Однако, несмотря на их исключительный потенциал, остаются существенные ограничения, которые стимулируют непрекращающийся поиск и разработку систем геномного редактирования. Новый метод TIGR–Tas заключается в использовании транскрипционной интерференции для повышения эффективности гомологически направленного репаративного механизма (HDR) при редактировании генома.

Цель исследования – анализ и сравнение работы двух систем: CRISPR–Cas9 и TIGR–Tas.

Материалы и методы исследования. Открытие систем tandemно-расположенных направляющих РНК (Tandem Interspaced Guide RNA, TIGR) расширяет известное разнообразие механизмов, управляемых РНК; их последовательности напоминают бактериальные системы транспозонов IS110 и эукариотические snoRNA, что предполагает эволюционную связь между бактериальными и эукариотическими механизмами, управляемыми РНК [1]. Нахождение систем TIGR–Tas в бактериофагах и паразитических бактериях указывает на их роль в генетической защите и регуляции организмов.

Массивы TIGR имеют двухспейсерную структуру с короткими спейсерами, фланкированными мотивами box C и box D, в составе либо двух повторяющихся единиц, либо структур «стебель-петля». Спейсеры действуют в тандеме, связываясь с целевыми участками ДНК, при этом каждый спейсер нацелен на отдельную цепь ДНК. Эта стратегия, вероятно, позволяет системам TIGR избегать нацеливания на собственные массивы, что обычно выполняют РАРМ в системах CRISPR, но, по-видимому, отсутствует в системах TIGR. Компактный размер отдельных спейсеров и повторов также может повысить стабильность массивов TIGR за счёт минимизации рекомбинации — уязвимости, которой пользуются фаги, интегрирующиеся в массивы CRISPR.

Системы CRISPR используют специальный механизм адаптации, содержащий белки Cas1 и Cas2, для интеграции фрагментов ДНК, полученных с помощью MGE, в проксимальный конец массивов CRISPR, что приводит к проксимальной дупликации повторов; и наоборот, спейсеры могут со временем теряться в массивах CRISPR в результате рекомбинации. Системы TIGR обыч-

но состоят из одного белка, связанного с массивом, и не связаны с какими-либо белками, которые могут участвовать в адаптации, хотя следует отметить, что в некоторых системах CRISPR отсутствуют гены адаптации и они направлены на гены, связанные с другими локусами CRISPR [2]. Организация с двумя спейсерами создаёт дополнительные трудности для механизмов расширения массива. Выяснение происхождения спейсеров в массивах TIGR будет иметь решающее значение для определения их естественных мишеней и понимания их биологической роли.

Белки Tas необходимы для процессинга, но не катализируют прямое расщепление пре-тигРНК, даже в тех случаях, когда они содержат нуклеазные домены. Системы TIGR у различных, филогенетически далёких организмов стабильно и точно процессировались при гетерологичной экспрессии в *Escherichia coli*. Можно предположить, что за созревание отвечает высококонсервативная РНКазы хозяина. В системах CRISPR типа II и многих системах типа V пре-кРНК обрабатываются РНКазой III хозяина в сочетании с дополнительной тра-кРНК, которая образует дуплекс с пре-кРНК. Также было показано, что полицистронные снРНК у растений и некоторых видов дрожжей обрабатываются соответствующим гомологом РНКазы III. Однако до конца не удалось выявить какую-либо вспомогательную РНК, связанную с массивами TIGR, которая могла бы выполнять аналогичную функцию, а необработанные массивы TIGR, по-видимому, не образуют расширенные дуплексы дцРНК, которые обычно требуются для распознавания РНКазой III. Таким образом, обработка пре-тигРНК, скорее всего, зависит от другой высококонсервативной РНКазы, которую ещё предстоит идентифицировать [3].

Результаты исследования. В отличие от CRISPR, который опирается на одну направляющую РНК, системы TIGR используют механизм с двумя спейсерами для нацеливания и расщепления обеих цепей ДНК одновременно. Системы TIGR могут нацеливаться на более разнообразные последовательности ДНК, так как они являются PAM-независимыми, обеспечивая большую точность и гибкость редактирования. Белки Tas (TasA, TasH, TasR) позволяют настраивать разрезание и нацеливание.

Внедрение систем было успешно продемонстрировано в научных исследованиях на клетках человека для целевого редактирования генов.

Выводы. TIGR-Tas системы могут быть наиболее эффективными при вмешательстве в геном организма в сравнении с традиционными методиками систем CRISPR-Cas9, однако большинство аспектов происхождения механизма работы TIGR-Tas в научно-исследовательских работах разобраны и изучены не были, что подразумевает дальнейшего подробного изучения данных гено-модифицирующих систем.

Список литературы

1. Altae-Tran H. et al. The widespread IS200/IS605 transposon family encodes diverse programmable RNA-guided endonucleases //Science. – 2021. – Т. 374. – №. 6563. – С. 57-65.
2. Ruden D. M. TIGR-Tas and the Expanding Universe of RNA-Guided Genome Editing Systems: A New Era Beyond CRISPR-Cas //Genes. – 2025. – Т. 16. – №. 8. – С. 896.
3. Faure G. et al. TIGR-Tas: A Family of Modular RNA-Guided DNA-Targeting Systems in Prokaryotes and Their Viruses //Science (New York, NY). – 2025. – Т. 388. – №. 6746. – С. eadv9789.

ПОЛУЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТВОРИМЫХ ФОРМ КЕРАТИНА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЕРАТИНАЗНОЙ АКТИВНОСТИ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ

Шпирная И.А., Годуленко А.Г.

Уфимский университет науки и технологий
Кафедра биохимии, биотехнологии и физиологии

Актуальность. Кератины представляют собой обширный класс структурных фибриллярных белков, играющих ключевую роль в формировании покровных тканей позвоночных. Несмотря на свою устойчивость к действию протеаз, обусловленную значительным содержанием дисульфидных связей и поперечных сшивок, кератины обладают значительным биотехнологическим потенциалом, например, в биомедицине [1, 2]. На их основе создаются биосовместимые каркасы для тканевой инженерии, пленки для доставки лекарств и реконструктивной хирургии [3, 4].

Гидролиз кератина осуществляется специализированными протеолитическими ферментами – кератиназами. Эффективное определение их активности требует наличия специализированных растворимых субстратов. Одним из таких субстратов является азокератин – хромогенное производное кератина.

Цель исследования. Получение и сравнительная характеристика растворимых форм кератина (азокератина и гидролизата кератина) для их последующего применения в качестве субстратов при определении кератиназной активности.

Материалы и методы исследования

Объекты исследования. В качестве сырья использовали пух и перо мускусной утки (*Cairina moschata*) и серого гуся (*Anser anser*).

Получение растворимых форм кератина.

Синтез азокератина проводили по методике, описанной Riffel et al. (2003) [5], с собственными модификациями, направленными на повышение степени растворения сырья.

Гидролиз перьевого сырья методом сульфитолиза выполняли по методу Pourjavaheri et al. (2019) [6] с модификациями.

Характеристика полученных образцов. Проводили измерение pH, вискозиметрию и спектрофотометрию при 280 нм полученных препаратов кератина.

Определение кератиназной активности. Специфичность полученных субстратов оценивали методом включения в гели-носители – агарозный и полиакриламидный (ПААГ) гели. Образцы кератина и азокератина вносили в расплавленный агар и раствор для ПААГ. После полимеризации гелей с равномерно распределённым субстратом в них формировали лунки, в которые вносили ферментные препараты (протеиназу К, трипсин) и культуральную жидкость штамма *Chryseobacterium* sp. После инкубации визуализировали зоны гидролиза.

Результаты и их обсуждение. 1. Характеристика растворимых форм кератина. Модификация метода синтеза азокератина позволила незначительно, но статистически достоверно повысить его растворимость по сравнению с исходной методикой. Модификация включала увеличение концентрации сульфаниловой кислоты, снижение концентрации соляной кислоты и щёлочи, увеличение времени инкубации исходного сырья в реакционной смеси и последующее центрифугирование. Полученный препарат азокератина обладал характерным красно-оранжевым цветом и был пригоден для иммобилизации в агарозный гель.

Модификация метода Pourjavaheri et al. (2019) включала увеличение концентрации сульфида натрия (с 0,5 моль/л до 0,6 моль/л), активное перемешивание реакционной смеси в течение 18 ч при 50 °С и последующий диализ. Данная модификация оказалась эффективной: был обеспечен полный гидролиз сырья с образованием водорастворимых пептидов. Вязкость полученного гидролизата была значительно выше, чем у образцов азокератина. Высокое качество гидролизата подтверждено его способностью поддерживать активный рост мицелия почвенных микромицетов, выделенных с деградированных перьев.

2. Оценка специфичности субстратов в гель-диффузионных тестах. Азокератин, включённый в агарозный гель, продемонстрировал высокую специфичность. Четкие зоны гидролиза наблюдались только при инкубации с высокоспецифичными кератиназами (протеиназой К и культуральной жидкостью штаммов *Chryseobacterium*). Пробы с трипсином были отрицательными.

При использовании в качестве субстрата гидролизата кератина в агарозном геле выявлена его низкая субстратная специфичность. Зоны гидролиза образовывались под действием всех исследуемых ферментных препаратов, включая трипсин, что указывает на его пригодность для оценки общей протеолитической, но не специфической кератинолитической активности.

Использование ПААГ для иммобилизации азокератина с целью повышения разрешающей способности метода оказалось неудачным, так как азокератин ингибировал процесс полимеризации геля.

Выводы. Таким образом, в ходе проведённого исследования были модифицированы методы получения растворимых форм кератина, позволяющие эффективно перерабатывать пухо-перовое сырьё в лабораторных условиях.

Азокератин, полученный по модифицированной методике, является высокоспецифичным субстратом для детекции кератиназной активности и рекомендован для использования в агарозных гель-диффузионных тестах при скрининге специализированных кератинолитических ферментов и микроорганизмов-продуцентов.

Гидролизат кератина, полученный методом сульфитолиза, уступает в специфичности, однако представляет ценность как продукт с высоким выходом и может быть использован в сельском хозяйстве в качестве источника пептидов для кормовых добавок или удобрений.

Полученные данные о специфичности ферментативного гидролиза разработанных субстратов могут быть использованы для оптимизации отбора высокоактивных штаммов микроорганизмов-кератинолитиков.

Список литературы

1. Wang B. Keratin: Structure, mechanical properties, occurrence in biological organisms, and efforts at bioinspiration / B. Wang, W. Yang, J. McKittrick, M. A. Meyers // *Progress in Materials Science*. – 2016. – Vol. 76. – P. 229–318.
2. Sierpinski P. The use of keratin biomaterials derived from human hair for the promotion of rapid regeneration of peripheral nerves / P. Sierpinski, J. Garrett, J. Ma et al. // *Biomaterials*. – 2008. – Vol. 29, № 1. – P. 118–128.
3. Rouse J. G. A review of keratin-based biomaterials for biomedical applications / J. G. Rouse, M. E. Van Dyke // *Materials*. – 2010. – Vol. 3, № 2. – P. 999–1014.
4. Riffel A. Characterization of a new keratinolytic bacterium that completely degrades native feather keratin / A. Riffel, F. Lucas, P. Heeb, A. Brandelli // *Archives of Microbiology*. – 2003. – Vol. 179, № 4. – P. 258–265.
5. Pourjavaheri F. Extraction of Keratin from Waste Chicken Feathers Using Sodium Sulfide and L-cysteine / F. Pourjavaheri, S. Ostovar, O. A. H. Jones et al. // *Process Biochemistry*. – 2019. – Vol. 82. – P. 205–214.

ГИДРОГЕЛИ, СОДЕРЖАЩИЕ ФЛАВОНОИДЫ: ПОЛИФЕНОЛЬНАЯ СТРАТЕГИЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕТРАМЕРА ТРАНСТИРЕТИНА И ПОДАВЛЕНИЯ АМИЛОИДОГЕНЕЗА

Элангвз К.^{1,2}, Самуйлова Е.О.^{1,2}, Успенская М.В.¹, Олехнович Р.О.¹

¹Санкт-Петербургский государственный университет

²Университет ИТМО

Научный руководитель – к.т.н., доцент Олехнович Р.О.

Актуальность. Транстиретиновый (TTR) амилоидоз остается серьезной клинической проблемой из-за агрегации неправильно свернутых TTR в амилоидные фибриллы, что приводит к прогрессирующей кардиомиопатии и невропатии [1]. Природные полифенолы являются перспективными агентами для ингибирования агрегации TTR благодаря их широкому спектру антиамилоидных и антиоксидантных свойств [2]. Одним из перспективных полифенолов с высоким потенциалом являются флавоноиды, в том числе кверцетин и его производные. Кверцетин, который в изобилии содержится в луке, обладает сильным сродством к тетрамеру TTR и может стабилизировать его нативное состояние, тем самым уменьшая образование амилоида [3,4].

Цель исследования – С этой целью усиления местного и системного действия кверцетина и минимизации его низкой биодоступности, мы разработали и охарактеризовали гидрогели на основе хитозана как универсальные средства доставки.

Материалы и методы исследования. Мы разработали тканевые адгезивные гидрогелевые составы на основе хитозана для улучшения растворимости кверцетина, защиты от метаболического разложения и регулирования кинетики высвобождения.

Результаты исследования. Сканирующая электронная микроскопия позволяет идентифицировать открытые поры и структуру взаимосвязанных пор в композициях гидрогеля хитозан/пуллулан с различной плотностью сшивки, что позволяет регулировать инкапсуляцию биоактивных молекул и профили биораспределения.

Таким образом, предложенный материал поддерживает двойную стратегию борьбы с амилоидозом TTR: (i) инкапсулирование и использование природных полифенолов, таких как кверцетин, для ингибирования диссоциации и фибрилlogenеза TTR, и (ii) использование гидрогелей на основе хитозана для улучшения растворимости, стабильности и целенаправленного биораспределения.

Выводы. Таким образом комплексный подход обеспечит более безопасную и эффективную профилактику прогрессирования амилоида и послужит основой для будущих трансляционных исследований.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект No 21-74-20093-П).

Список литературы

1. Design and Mechanistic Analysis of a Potent Bivalent Inhibitor of Transthyretin Amyloid Fibrillogenesis / P.P. Mangione, G. Verona, C. Cantarutti, P. Nocerino, M.C. Mimmi, C.J. Swain, D. Canetti // *J. Med. Chem.* -2025. -Vol. 68., №11. -P. 11543-11571.
2. Narrative Review of the Role of Transthyretin in Health and Disease / M.A. Liz, T. Coelho, V. Bellotti, M.I. Fernandez-Arias, P. Mallaina, L.A. Obici // *Neurol. Ther.* - 2020. -Vol. 9., № 2. -P. 395-402.
3. Antioxidant Quercetin 3-O-Glycosylated Plant Flavonols Contribute to Transthyretin Stabilization / L. Ciccone, N. Tonali, C. Fruchart-Gaillard, L. Barlettani, A. Rossello, A. Braca, E. Orlandini, S. Nencetti // *Crystals*. -2020. -Vol. 12., -P. 638.
4. Divergent Total Synthesis of Isoflavone Natural Products and Their Potential as Therapeutic Agents for TTR Amyloidosis / N.N.T. Luan, T. Okada, T. Yokoyama // *J. Nat. Prod.* -2024. -Vol. 87., № 11. -P. 2604–2614.

РНК ЭЛЕМЕНТ «ОБЕЛИСК» КАК ФОРМА ЖИЗНИ**Яникеева Т.С., Суханова И.М., Логинова М.И., Николаенко А.А.****Российский государственный аграрный университет — МСХА имени****К.А. Тимирязева****Кафедра биотехнологии****Научный руководитель – к.б.н., доцент Моисеенко К. В.**

Актуальность. Впервые информация об обелисках была представлена в статье Zheludev et al. Обелиск – это виридоподобный элемент, который был обнаружен с использованием метатранскриптомных данных у бактерий человеческой микрофлоры, в частности внутри образцов *Streptococcus sanguinis* [1]. Исследование выявило новые элементы РНК, что ранее были «невидимыми» для нас, предоставляя не только важные идеи для междисциплинарного исследования микробиома, вирусологии и геномики в будущем, но и потенциальное разнообразие и сложность виридоподобных элементов в природе [2].

Цель исследования – анализ и характеристика нового класса молекул РНК – обелисков.

Результаты исследования. Ранее считалось, что виридные элементы существуют только в растениях, однако это исследование представляет нам виридоподобную РНК, которая присутствует в человеческой микрофлоре. Также известно, что обелиски распространены и в других экосистемах. В статье López-Simón et al. говорится о том, что виридоподобные элементы РНК обелиска широко распространены в океанической среде, включая Арктику и даже в самой холодной морской воде Земли под антарктическим ледяным шельфом Росса [3].

Исследователи утверждают, что обелиски образуют собственную отдельную филогенетическую группу. Они отчасти напоминают вириды, представляя собой кольцевую молекулу РНК, азотистые основания которой взаимодействуют друг с другом, образуя стержнеобразную вторичную структуру (примерно одна т.п.о.), что оказалось поразительным, поскольку типичные последовательности матричной РНК не могут легко сворачиваться таким образом. Однако обелиски имеют кодирующие последовательности в геноме, что делает их отличными от виридов и похожими на вирусы, хотя капсидные белки у них отсутствуют [1].

Обелиски имеют открытые рамки считывания, которые кодируют надсемейство белков под названием «Oblin». Белок Oblin-1, по-видимому, имеет функцию связывания РНК, основанную на прогнозировании третичной структуры и наличии определенного домена, обогащенного положительно заряженными остатками, которые могут связывать анионы, такие как РНК. Oblin-2 имеет потенциальную функцию в качестве гомомультимера или в качестве связующего партнера с другими лейциновыми застезками-молниями хозяина [1].

У множества обелисков был идентифицирован рибозим типа hammerhead, что предполагает виридоподобную систему репликации [1].

Выводы. Несмотря на эти многообещающие результаты, важно отметить, что возникает много вопросов об обелисках. Хотя они были обнаружены в нескольких образцах, их специфические биологические функции плохо изучены. Бактерия *Streptococcus sanguinis* может быть использована для глубокого изучения функций обелисков, в том числе того, как они влияют на метаболизм и иммунные реакции клеток хозяина, а также какие функции осуществляют их белки. Кроме того, эволюционная история и происхождение обелисков все еще неизвестна, что ограничивает понимание их биологической значимости. С помощью сравнительной геномики и филогенетического анализа их эволюционные отношения с известными вирусами и виридами могут быть идентифицированы путем реконструкции эволюционного дерева обелисков [2].

Список литературы

1. Zheludev I. N. et al. Viroid-like colonists of human microbiomes //Cell. – 2024. – Т. 187. – №. 23. – С. 6521-6536. e18. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.09.033>
2. Li L., Zhang X., Wu M. A novel viroid-like RNA element “Obelisks”: a major breakthrough in the RNA World //Molecular Biomedicine. – 2025. – Т. 6. – №. 1. – С. 47. <https://doi.org/10.1186/s43556-025-00290-7>
3. López-Simón J., de la Peña M., Martínez-García M. Viroid-like “obelisk” agents are wide-

spread in the ocean and exceed the abundance of RNA viruses in the prokaryotic fraction //The ISME Journal. – 2025. – Т. 19. – №. 1. – С. wraf033. <https://doi.org/10.1093/ismej/wraf033>

УСКОРЕНИЕ РОСТА РАСТЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА**Капнина Е.О.****Курский государственный медицинский университет****Кафедра биологической и химической технологии****Научный руководитель-старший преподаватель кафедры****Едноровская О.В.**

Актуальность: проблема обусловлена ростом мирового населения и увеличением нагрузки на агропромышленный комплекс. В условиях изменения климата и сокращения плодородных земель традиционные подходы к повышению урожайности, основанные на применении минеральных удобрений и химических стимуляторов роста, демонстрируют свою неэффективность. Значительная часть вносимых удобрений не усваивается растениями, приводя к загрязнению почв и водных ресурсов. Кроме того, использование пестицидов способствует развитию резистентности у патогенных микроорганизмов и накоплению токсичных соединений в сельскохозяйственной продукции. В связи с этим разработка и внедрение инновационных технологий, позволяющих повысить продуктивность растениеводства при минимальном воздействии на окружающую среду, представляет собой одну из актуальных задач современной агрономии. [1]

Наночастицы серебра представляют собой ультрадисперсные структуры размером от 1 до 100 нм, обладающие уникальными физико-химическими свойствами, которые обусловлены их высоким отношением поверхности к объему. Это означает, что при уменьшении размера частиц доля атомов, находящихся на их поверхности и способных к химическому взаимодействию, значительно возрастает, что приводит к аномальной реакционной способности по сравнению с макроскопическими формами серебра.

Целью исследования: теоретическое обоснование применения наночастицы серебра: сферические, пластинчатые, стержневидные и призматические. Особенностью наночастиц серебра является их способность проникать через клеточные стенки и мембраны растений благодаря малым размерам, а также пролонгированное высвобождение ионов серебра, обеспечивающее длительное воздействие на растительные организмы. [1]

Материалы и методы: анализ преимуществ и недостатков метода обработки растений наночастицами серебра по сравнению с традиционными агрохимикатами.

Результаты исследования. Сравнительный анализ преимуществ и недостатков метода обработки растений наночастицами серебра по сравнению с традиционными агрохимикатами показывает его перспективность. К ключевым преимуществам можно отнести высокую биологическую активность при минимальных концентрациях, комплексное действие (стимуляция роста и антимикробная защита), возможность точной дозировки и контроля высвобождения активных веществ. В отличие от традиционных удобрений, наночастицы серебра не накапливаются в почве в виде балластных соединений и не вызывают эвтрофикацию водоемов. Однако метод имеет и существенные недостатки: потенциальная фитотоксичность при превышении оптимальных концентраций, относительно высокая стоимость производства качественных наночастиц, недостаточная изученность долгосрочных последствий применения. Несмотря на эти ограничения, выбор в пользу наночастиц серебра обусловлен их многофункциональностью - способностью одновременно решать несколько задач: повышение урожайности, усиление устойчивости к болезням и неблагоприятным экологическим условиям. [2]

Перспективы развития метода непосредственно связаны с переходом к созданию гибридных систем доставки на основе наночастиц серебра. Первоочередной задачей является разработка биоконструктивных материалов, сочетающих наночастицы серебра с биоразлагаемыми полимерными носителями и природными стимуляторами роста. Такие системы позво-

лят обеспечить контролируемое высвобождение активных компонентов в ответ на изменения внешних условий (температура, влажность, pH почвы). Особое внимание стоит уделить созданию «умных» формуляций, адаптированных для конкретных культур и почвенно-климатических зон. В рамках перспективы возможна разработка полностью биоразлагаемых нанокомпозитов, исключающих накопление серебра в почве и растениях. Дополнительным направлением исследований станет создание комбинированных препаратов, в которых наночастицы серебра будут использоваться в комплексе с полезными микроорганизмами и микроэлементами в хелатной форме.

Выводы. Применение препаратов на основе наночастиц серебра открывает новые возможности для устойчивой интенсификации сельского хозяйства. Несмотря на существующие вызовы, связанные с безопасностью и стоимостью, потенциал метода значительно превосходит его ограничения. Разработка усовершенствованных систем доставки и гибридных формуляций позволит реализовать преимущества наночастиц серебра в растениеводстве, обеспечивая существенный прирост урожайности при одновременном снижении экологической нагрузки. Дальнейшие исследования должны быть сфокусированы на оптимизации параметров наночастиц, изучении механизмов их взаимодействия с растениями и разработке регламентов безопасного применения.

Список литературы

1. Синтез и свойства наночастиц серебра: достижения и перспективы / Крутяков Ю.А., Кудринский А.А., Оленин А.Ю., Лисичкин Г.В. // Успехи химии. 2008.
2. Лукманов, А. А. Нанотехнологии в растениеводстве / А. А. Лукманов, Ш. А. Алиев, И. А. Дегтярева [и др.] // Исследования в области нанобиотехнологий в сельском хозяйстве и международное сотрудничество с социалистической Республикой Вьетнам. – Казань : ООО «Центр инновационных технологий», 2017.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВИТАМИНОВ И КОМПОЗИЦИОННЫЙ СОСТАВ ВИТАМИНО-МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Шутова А. Ю.

ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет»

Кафедра биологической и химической технологии

Научный руководитель-старший преподаватель кафедры Едноровская О.В.

Актуальность: Нарушение витаминного баланса организма является одной из самых распространенных патологий обмена веществ. Наличие дефицита витаминов и микроэлементов у детей негативно влияет на физическое и нервно-психическое развитие, что приводит к характерным патологическим изменениям. Согласно многочисленным исследованиям, выявляемый дефицит часто носит характер комплексной витаминно-минеральной недостаточности. Восполнение которой у населения в целом и детского населения в частности остается актуальной проблемой во всех странах мира так как оптимизация их витаминного статуса приводит к улучшению качества жизни [1].

Целью исследования: является теоретическое обоснование принципов комбинации витаминов и минералов, а также анализ их эффективности.

Материалы и методы. Теоретический анализ взаимодействия витаминов и их комбинации в витаминно-минеральных комплексах.

Результаты исследования. Потребность человека в витаминах и минеральных веществах – объективная величина, которая сформировалась в ходе эволюции. На основании научных данных по изучению физиологической потребности устанавливается возрастная рекомендуемая норма потребления. При недостаточном потреблении витаминов, в организме человека возникает гиповитаминоз или авитаминоз.

Организм получает витамины естественным образом из пищевых продуктов и нуждается в постоянном ежедневном их поступлении для поддержания на необходимом уровне.

Причиной недостатка витаминов является Несбалансированный рацион и качество самих продуктов питания. В соответствии с рекомендациями оптимально потреблять в сутки 3-6 порций овощей и 2-4 порции молока или молочных продуктов, 2-3 порции мяса или рыбы. По данным федеральной службы государственной статистики, значительная часть населения потребляет эти продукты в недостаточном количестве. По данным ВОЗ, в ежедневном рационе человека овощи и фрукты должны составлять в среднем 400 г, однако население России употребляет примерно половину от этого количества. Оценка витаминного статуса населения показывает, что недостаточность витаминов группы В (сниженный уровень в сыворотке крови) обнаруживается примерно у 60% обследованных, витамина Е – у 30-40%, витамина А – у 17%, витамина С – у 8%. У значительного количества взрослых и детей наблюдается недостаточная обеспеченность витамином D [3].

Прием витаминов в больших дозах может приводить к нежелательным побочным эффектам. Именно поэтому витамины в терапевтических дозах принимают только по назначению и под наблюдением врача. Поступая в очень высоких концентрациях, микронутриенты начинают вести себя как ксенобиотики. Прием не отдельных витаминов, а их комплексов в сочетании с минералами целесообразен не только потому, что в обычном рационе витамины присутствуют одновременно и у людей обнаруживается дефицит не какого-то одного витамина, а полигиповитаминозные состояния, но и вследствие существования межвитаминных функциональных связей в организме.

Недостаточность витамина В2 приводит к снижению активности витамин В2-зависимых ферментов, участвующих в превращении в организме витамина В5 в его активные коферментные формы, в свою очередь недостаток витамина В5 приводит к нарушению синтеза никотинамидных коферментов - биологически активных форм витамина РР.

Также следует учитывать и множество нежелательных взаимодействий витаминов и минералов. Многие ВМК одновременно содержат в своем составе аскорбиновую кислоту и медь, которая в высоких дозах разрушает витамин С. Железо и медь окисляют витамин Е. Минералы в составе витаминно-минеральных комплексов взаимодействуют и между собой. Например, кальций конкурирует с цинком за один и те же рецепторы для всасывания в желудочно-кишечном тракте, железо и цинк взаимно уменьшают биодоступность друг друга. Нередко в тот или иной ВМК входят сразу несколько конкурирующих между собой элементов [5].

Таблица 1 – Классификация БАВ

Вещество	A	B1	B2	B3	B5	B6	B7	B9	B12	C	D	E	K	Fe	Mg	Cu	Ca	F	Zn
A	X																		
B1		X																	
B2			X																
B3				X															
B5					X														
B6						X													
B7							X												
B9								X											
B12									X										
C										X									
D											X								
E												X							
K													X						
Железо (Fe)														X					
Магний (Mg)															X				
Медь (Cu)																X			
Кальций (Ca)																	X		
Фосфор (F)																		X	
Цинк (Zn)																			X

Например, витамины «Элевит», которые в большинстве случаев выписывают беременным, имеют следующий состав (таблица 2)

Таблица 2 – Состав витаминов «Элевит»

витамин А (ретинола пальмитат) ¹	3600 МЕ
витамин D ₃ (колекальциферол) ²	500 МЕ
витамин Е (α-токоферола ацетат) ³	15 мг
витамин С (аскорбиновая кислота) ⁴	100 мг
фолиевая кислота	0,8 мг
витамин В ₁ (тиамина моноклорид)	1,6 мг
витамин В ₂ (рибофлавин)	1,8 мг
витамин В ₆ (пиридоксина гидрохлорид) ⁵	2,60 мг
витамин В ₁₂ (цианокобаламин) ⁶	4 мкг
никотинамид (витамин РР)	19 мг
биотин	0,2 мг
кальция пантотенат	10 мг
<i>минеральные вещества и микроэлементы:</i>	
кальций (в форме кальция гидрофосфата, кальция пантотената, кальция аскорбата дигидрата)	125 мг
магний (в форме магния оксида, магния гидрофосфата тригидрата, магния стеарата)	100 мг
фосфор (в форме кальция гидрофосфата, магния гидрофосфата тригидрата)	125 мг
железо (в форме железа fumarata)	60 мг
цинк (в форме цинка сульфата моногидрата)	7,5 мг
медь (в форме меди сульфата)	1 мг
марганец (в форме марганца сульфата моногидрата)	1 мг
<i>вспомогательные вещества:</i> глицерил дистеарат – 8,25 мг; желатин – 1,71 мг; целлюлоза микрокристаллическая – 66,12 мг; карбоксиметил крахмал натрия – 55 мг; повидон К90 – 32,2 мг; повидон К30 – 1,67 мг; лактозы моногидрат – 45,78 мг; маннитол – 58,9 мг; магния стеарат – 15 мг; макрогол 400 – 10 мг; этилцеллюлоза – 10 мг	
<i>оболочка пленочная:</i> гипромеллоза — 9 мг; этилцеллюлозы водная дисперсия — 3 мг; макрогол 6000 — 2,5 мг; тальк — 6 мг; титана диоксид (Е171) — 3 мг; краситель железа оксид желтый (Е172) — 1,5 мг	

При этом взаимодействие друг с другом не учитывается, что может привести к нейтрализации витаминов в составе [2].

Вывод: Для большей части населения России независимо от возраста и места проживания в течение всего года характерна множественная микронутриентная недостаточность – одновременное недостаточное содержание в пище витаминов D, группы В, кальция, магния, цинка, йода. Витамины в организме взаимодействуют между собой, поэтому для улучшения витаминного статуса населения их необходимо применять не индивидуально, а именно в форме ВМК для проявления их синергетического действия, но внимательно изучать состав и учитывать взаимодействия внутри витаминно-минерального комплекса.

Список литературы

1. Коденцова В. М., Вржесинская О. А., витаминно-минеральные комплексы: формы и способы применения / В.М. Коденцова О.А. Вржесинская // Федеральный исследовательский

центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва.

2. Коденцова В. М. и др. Витаминно-минеральные комплексы в питании взрослого населения/ В. М. Коденцова, А. В. Погожева, О. А. Громов, Е. В. Ших // Вопросы питания, том 84, №6. – 10с.

3. Оконенко Т. И., Антропова Г. А., Егорова Е. С. Современные подходы к выбору витаминно-минеральных комплексов в работе аптечного специалиста, 2020. - т. 117. - №1. - 5 с.

4. Вагнер, Х. и др. Исследование синергии: создание нового поколения фитопрепаратов Х. Вагнер, Г. Ульрих-Мерцених. // РМЖ. 2016. № 3. С. 183–189.

5. Совместимость витаминов и минералов. Как правильно пить витамины и микроэлементы? [Электронный ресурс] — URL: <https://origitea.ru/news/sovместimost-vitaminov-i-mineralov-kak-pravilno-pit-vitaminy-i-mikroelementy> (дата обращения: 16.10.2025).

6. Элевит пронеталь, инструкция к применению / [Электронный ресурс] — URL:https://www.rlsnet.ru/drugs/elevit_pronata15074?ysclid=mgtunzwyyn950027855 (дата обращения: 16.10.2025).

ИЗУЧЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЛЮДЕЙ К ГЛУТАМАТУ

Соседова А.В.

ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет»

Кафедра биологической и химической технологии

Научный руководитель-старший преподаватель кафедры

Едноровская О.В.

Актуальность исследования заключается в широком использовании глутамата в пищевой промышленности, как усилитель вкуса, однако существуют доказательства наличия индивидуальных реакций организма на этот компонент.

Цель исследования: изучение индивидуальной чувствительности людей к глутамату.

Материалы и методы. Теоретический обзор ключевых этапов влияния глутамата на организм человека: свойства и характеристика глутамата, роль и влияние на организм.

Результаты исследования. Глутамат натрия — моновитаминная соль глутаминовой кислоты, пищевая добавка Е621 (в этом качестве также называется «усилитель вкуса»). Представляет собой белый кристаллический порошок, хорошо растворимый в воде. Своим использованием в качестве пищевой добавки данная соль обязана тем, что передаёт один из основных вкусов — умами, или так называемый мясной вкус, отличный от сладкого, солёного, кислого и горького [1].

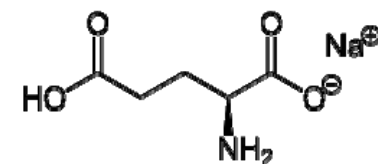


Рисунок 1. Химическая формула глутамата натрия.

В настоящее время глутамат натрия, применяемый в пищевой промышленности является натуральным, так как его получают с помощью бактерий *Corynebacterium glutamicum*, которые перерабатывают углеводы в L-изомер глутаминовой кислоты [2].

Синтетический глутамат натрия обладает токсическими свойствами и излишне возбуждает клетки головного мозга, а при частом употреблении может вызвать в них необратимые изменения, особенно у детей и подростков.

Натуральный глутамат натрия положительно влияет на половые функции. Улучшает мозговую деятельность, приводит организм в тонус, избавляет от депрессивного состояния.

Доказаны такие полезные свойства глутамата натрия, при употреблении в малых дозировках:

- 1) глутамат натрия положительно влияет на работу кишечника;
- 2) улучшает производство эндогенного гастрита вещества, способствующего активному делению клеток на слизистой оболочке желудка;
- 3) Польза глутамата натрия очевидна для гипертоников. Людям с таким диагнозом рекомендовано снизить потребление соли (NaCl), которая может быть заменена этой добавкой, улучшающей вкус пресных блюд;
- 4) Потребление E621 расщепляет в организме скопление аммиака (NH₃) и превращает его в другие соли, не приносящие вред;
- 5) вещество E621 используют для лечения гастрита с пониженной кислотностью (pH), некоторых форм заболеваний нервной системы.

Официально глутамат натрия является разрешенной добавкой во многих странах, в том числе и в России, и считается безопасной для организма при потреблении в небольшом количестве. Разрешенной нормой является 10 г/кг [3].

Глутамат натрия вызывает: 1) головные боли; 2) аллергию; 3) привыкание; 4) наносит непоправимые повреждения растущему мозгу ребенка; 5) одышки; 6) повышенного потоотделения; 7) покраснения кожных покровов; 8) болевых симптомов в области грудной клетки; 9) ухудшения зрения; 10) пищевую зависимость.

При систематическом употреблении глутамата в больших количествах может наблюдаться так называемый «синдром китайского ресторана», основные проявления которого: общая слабость, головная боль, повышенное потоотделение, усиленное сердцебиение, покраснение лица и шеи и др. Такое название связано с тем, что в восточной кухне эта добавка используется широко и в больших количествах [4].

Можно выделить факторы, влияющие на реакцию организма на глутамат:

- Генетика: Полиморфизмы генных последовательностей, кодирующие рецепторные белки, могут изменять активность глутаматных рецепторов.
- Иммуитет: Аллергия и повышенная реактивность иммунной системы способствуют развитию чувствительности к глутамату.
- Возраст и состояние здоровья: Дети и пожилые люди чаще испытывают неприятные ощущения после приема пищи с высоким содержанием глутамата.
- Питание: Регулярный прием больших доз глутамата увеличивает риск формирования патологических состояний.

Вывод. Таким образом, были рассмотрены и изучены факторы, влияющие на чувствительность людей к глутамату. Чтобы уменьшить дискомфорт и улучшить самочувствие людей, необходимо снизить содержание данного вещества в рационе.

Список литературы

1. Туниева Е. К. К вопросу безопасности пищевых добавок // Все о мясе. 2015. № 4. С. 10–13.
2. Степаненко Е. И., Нехамкин, Б. Л., Шалимова И. О. Определение возможного уровня снижения хлористого натрия в соленой рыбе на основании потребительской оценки и исследование влияния соизменяющих пищевых добавок на показатели качества продукции // Известия КГТУ. 2023. № 69. С. 89–102.
3. Золин М.В., Джамалова С.А. Исследование продуктов питания на наличие глутамата натрия в пищевых продуктах // Международный студенческий научный вестник. 2023. № 1. ;
4. <https://www.nestlebaby.ru/articles/ostorozno-glutamatnatria?ysclid=mgv6rbj19s394193878>

СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В *CHLORELLA VULGARIS* И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ, КОРМАХ И МЕДИЦИНЕ

Суханова И.М., Яникеева Т.С., Логинова М.И., Николаенко А.А.

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К. А. Тимирязева

Кафедра биотехнологии

Научный руководитель — к.б.н., доцент Моисеенко К. В.

Актуальность. *Chlorella vulgaris* – это одноклеточная зеленая микроводоросль с овально-сферической формой клеток размером примерно от 2 до 10 мкм в диаметре. В ее клетках содержится высокое количество белка от 43% до 61% в пересчете на сухой вес [1], а также высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот, аминокислот, витаминов, каротиноидов и хлорофиллов. В условиях глобального изменения климата и истощения ресурсных баз, культивирование хлореллы и использование ее в пищевой, химической и медицинской промышленности представляет собой перспективное решение, поскольку она обладают высокими питательными и биологическими свойствами.

Цель исследования. Обобщение и анализ современных данных о химическом составе и возможном применении *Chlorella vulgaris*.

Результаты исследования.

Таблица 1 – Содержание целевых веществ в *Chlorella vulgaris*

Липиды [2]								
Пальмитиновая кислота (20-21%)			Масляная кислота (15-43%)		Линолевая кислота (10-11%)		Альфа-линоленовая кислота (16-30%)	
Углеводы и клетчатка [1]								
Углеводы в сухом весе (12-20%)					Клетчатка в сухом весе (5,85±0,33%)			
Пигменты [3]								
Каротиноиды (0,5±0,07%)			Хлорофиллы (1,96±0,11%)			Флавоноиды (1,56 ±0,09%)		
Витамины (мкг в 1 г) [2]								
B1 (2-18)	B2 (21-28)	B6 (9)	B12 (0,025-0.1)	C (1300-5000)	D (1000)	PP (110-180)	E (10-350)	K (6)

В результате анализа таблицы 1 можно прийти к выводу о том, что в пищевой промышленности *Chlorella vulgaris* можно использовать как источник высококачественного растительного белка, что делает её особенно ценной для вегетарианцев и веганов.

Хлорелла встречается в виде порошков и таблеток, которые добавляют в основной рацион, обогащая его питательными веществами и обеспечивая дополнительную пользу благодаря антиоксидантам и витаминам. Например, в компании Sun выпущена широкая линейка продуктов с хлореллой.

Кроме того, хлорофилл из *C. vulgaris* может служить натуральным пищевым красителем с выраженными антиоксидантными свойствами, что увеличит срок годности продуктов и их привлекательность.[4]

В животноводстве и аквакультуре использование *C. vulgaris* в кормах способно улучшить рост, иммунитет и здоровье животных [5], поскольку добавление микроводоросли повышает количество протеина в корме и обогащает его витаминный и аминокислотный состав.

Выводы. Таким образом, *Chlorella vulgaris* представляет собой универсальный продукт с широким спектром полезных свойств для питания, животноводства и медицины, обладающий потенциалом для вклада в устойчивое здоровье и питание населения.

Список литературы

1. Chemical Compounds, Bioactivities, and Applications of *Chlorella vulgaris* in Food, Feed and Medicine / Mendes A.R., Spinola M.P., Lordelo M., Prates J.A.M. // *Applied Sciences* (Switzerland). — 2024. — Vol. 14, No. 23.
2. Cultivation, characterization, and properties of *Chlorella vulgaris* microalgae with different lipid contents and effect on fast pyrolysis oil composition / Adamakis I.D., Lazaridis P.A., Terzopoulou E., Torofias S., Valari M., Kalaitzi P., Rousonikolos V., Gkoutzikostas D., Zouboulis A., Zalidis G., Triantafyllidis K.S. // *Environmental Science and Pollution Research*. — 2018. — Vol. 25, No. 23. — P. 23018–23032.
3. Influence on the vitamin composition of *Chlorella vulgaris* (Beijerinck) conditions of cultivation its use in feed for fish larvae [Электронный ресурс] / Dzmitrovich N.P. — URL: (дата обращения).
4. *Chlorella vulgaris* microalgae in ruminant nutrition: A review of the chemical composition and nutritive value / Kholif A.E., Olafadehan O.A. // *Annals of Animal Science*. — 2021. — Vol. 21, No. 3. — P. 789–806.
5. Pharmacotechnological studies of the biomass of *Chlorella vulgaris* C-2019 as a promising source of antibacterial substances / Mitishev A.V., Kurdyukov E.E., Semenova E.F., Fadeeva T.M., Moiseeva I.Y., Moiseev Y.P. // *Drug Development and Registration*. — 2022. — Vol. 11, No. 2. — P. 53–58.

IV. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

ПРЯМОЕ СУЛЬФОХЛОРИРОВАНИЕ 6-МЕТИЛУРАЦИЛА, КАК МЕТОД СИНТЕЗА ПОЛУПРОДУКТА ДЛЯ СИНТЕЗА СУЛЬФАМИДОВ

Андреев П.Ю., Леонидова И.Ю., Недосекин Р.А.

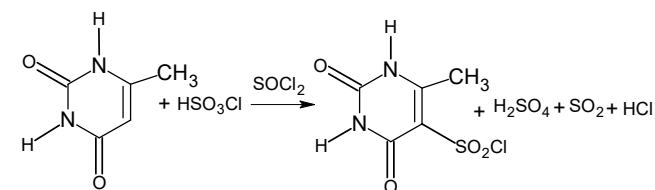
Курский государственный медицинский университет, г. Курск, Россия
Кафедра биологической и химической технологии

Актуальность. Реакции сульфохлорирования находят широкое применение в органической химии. На основе сульфохлоридов синтезируют активные и дисперсные красители, гербициды и фунгициды. Особый интерес представляет легкодоступный метилурацил, используемый в синтезе сульфонамидов, сульфонилуреидов и сульфонилгидразидов, среди которых, обнаружены соединения, проявляющие биологическую активность [1, 2]. Известно, что взаимодействие 6-метилурацила с 10-кратным избытком хлорсульфоновой кислоты приводит к образованию 6-метилурацил-5-сульфохлорида с выходом, не превышающим 22% [3, 4].

Цель исследования – изучение влияния различных факторов на реакцию сульфохлорирования 6-метилурацила и разработка более эффективного метода синтеза 6-метилурацил-5-сульфохлорида.

Материалы и методы исследования. Реакцию сульфохлорирования 6-метилурацила проводили в термостатированной трехгорлой колбе, оборудованной обратным холодильником, капельной воронкой, термометром и мешалкой. Перед загрузкой исходный 6-метилурацил сушили до постоянной массы, а хлорсульфоновую кислоту и хлористый тионил перегоняли. Полученный технический 6-метилурацил-5-сульфохлорида перекристаллизовывали из уксусной кислоты до постоянной $T_{пл}$ и отсутствия побочных продуктов. Контроль за ходом реакции осуществляли методом тонкослойной хроматографии на пластинках Silufol UV-254 (элюент – этилацетат).

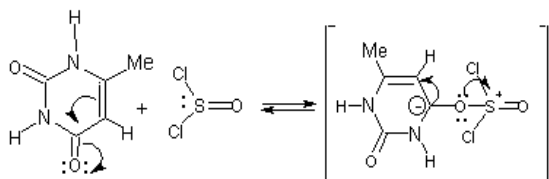
Результаты исследования. Нами установлено, что использование в качестве сульфохлорирующего агента смеси хлорсульфоновой кислоты и хлористого тионила в объёмном соотношении 1,5:1 приводит к значительному повышению скорости образования и выхода 6-метилурацил-5-сульфохлорида. Введение в реакционную массу хлористого сульфурита SO_2Cl_2 вместо хлористого тионила, практически не влияет на изменение скорости сульфохлорирования и выход конечного продукта. Максимальный выход конечного продукта получен после 5 часов выдержки при 85°C и достигает 82%. Сульфохлорирование 6-метилурацила протекает по следующей схеме:



Дальнейшее повышение температуры приводит к снижению выхода целевого продукта, что связано с образованием сульфона.

По всей вероятности, такое влияние присутствия хлористого тионила на увеличение скорости образования и выход сульфохлоридов объясняется строением атома серы, с неподеленной парой электронов. Атом серы в SO_2Cl_2 и $SOCl_2$ отличается электронным строением и по-разному влияет на субстрат. В отличие от атома серы в хлорсульфоновой кислоте и

хлористом сульфуриле, где весь секстет *p*-электронов полностью израсходован на образование шести ковалентных связей, в атоме серы хлористого тионила остается пара свободных *p*-электронов, за счет которых может гаситься дефицит электронной плотности на атоме кислорода в положении 4 метилурацила, чем облегчает реакцию электрофильного замещения водорода группой SO₂Cl [5].



Выводы

1. При сульфохлорировании 6-метилурацила смесью хлорсульфоновой кислоты и хлористого тионила значительно увеличивается скорость образования и выход 6-метилурацил-5-сульфохлорида, который достигает 82 %.

2. Повышение скорости реакции и выхода сульфохлорида при введении в систему хлористого тионила связано с облегчением электрофильного замещения водорода группой SO₂Cl за счет устранения дефицита электронной плотности на атоме кислорода свободной парой электронов атома серы хлористого тионила.

Список литературы

1. Patrick G. L. An Introduction to Medicinal Chemistry / Patrick G. L. - Oxford: University Press, 2004. - 622 p.
2. Андреев, П. Ю. Прямое сульфохлорирование аренов, как метод получения "соединений-лидеров" для комбинаторного синтеза / П. Ю. Андреев, И. Ю. Леонидова // Биотехнология и биомедицинская инженерия : сборник научных трудов по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета, Курск, 28 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 108-111.
3. Вейганд-Хильгетаг. Методы эксперимента в органической химии / Вейганд-Хильгетаг. - М.: Химия, 1968. – 944 с.
4. Хромов-Борисов Н.В. Синтезы и превращения производных пиримидина. Сульфопроизводные цитозина, 4-метилцитозина и урацила / Н.В. Хромов-Борисов, Р.С. Карлинская // ЖОХ. - 1957.- Т 27. - №. 9. - С. 2518-2521.
5. Савелова В.А. Механизмы действия органических катализаторов. Бифункциональный и внутримолекулярный катализ / В.А. Савелова, Н.М. Олейник. – К.: Наукова думка, 1990. – 296 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОТИВОТУБЕРКУЛЁЗНОГО СРЕДСТВА ИЗОНИАЗИДА

Митусова И. А., Атреева Л. В., Леонидова И.Ю.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра биологической и химической технологии

Актуальность. Туберкулёз остаётся одной из наиболее опасных инфекций современности. Изониазид, обладающий высокой активностью в отношении *Mycobacterium tuberculosis*, является ключевым компонентом терапии [1]. Однако традиционные методы его синтеза характеризуются использованием токсичных реагентов и образованием агрессивных отходов.

Цель исследования. Анализ и совершенствование технологической схемы промышленного получения изониазида с учётом современных требований к безопасности, экологичности и автоматизации процессов.

Материалы и методы. Методологическую основу составил анализ литературных источников и нормативной документации (ГОСТ, СанПиН, Фармакопея РФ). Рассматривались химико-технологические и инженерные аспекты синтеза.

Результаты исследования. Существует несколько путей синтеза изониазида, каждый из которых обладает своими особенностями [2]:

- прямой метод синтеза при взаимодействии изоникотиновой кислоты с гидразингидратом, но при этом образуются побочные продукты;
- промышленный синтез, который начинается с получения хлорангидрида изоникотиновой кислоты, затем синтезируется этиловый эфир изоникотиновой кислоты, который подвергается гидролизу, в результате чего и образуется изониазид.
- синтез этерификацией изоникотиновой кислоты этанолом с получением соответствующего эфира, который затем обрабатывают гидразин-гидратом.

Последний вариант получения более перспективный, т.к. при сопоставимом выходе отпадает стадия хлорирования с использованием токсичных хлорирующих агентов. Кроме этого, предложен более экологически безопасный подход, основанный на замене этанола на бутанол при этерификации. Бутиловый спирт менее летуч и токсичен, а также позволяет проводить реакцию в более мягких условиях, что способствует повышению выхода целевого сложного эфира.

Химическая схема получения изониазида из изоникотиновой кислоты включает стадии этерификации, нейтрализации карбонатом натрия и последующего гидролиза.

На основе анализа свойств и методов синтеза была разработана технологическая схема получения изониазида, которая детально отображает потоки сырья, промежуточных продуктов и отходов на каждой стадии производства [3].

Для обеспечения глубокого понимания процесса был рассчитан материальный баланс с учетом выходов по каждой операции производства. По результатам расчетов выполнен анализ всех материальных потоков, позволяя сопоставить фактические значения с проектной мощностью. Кроме этого, получена информация о составе, количестве и местах образования отходов, а также спрогнозированы производственные потери [4].

На основе материального баланса были определены ключевые технико-экономические показатели, такие как материальный индекс производства, расходные коэффициенты по сырью и количество отходов на килограмм готового продукта.

Представленные данные указывают на необходимость дальнейшей оптимизации процесса, включая переработку и возврат части веществ в производственный цикл. Это позволит повысить экономическую эффективность производства и снизить его негативное воздействие на окружающую среду.

На основе технологической схемы разработана принципиальная аппаратурно-технологическая схема получения изониазида с использованием современного оборудова-

ния. Для производства изониазида предложен периодический режим работы с трехсменным графиком по 8 часов.

В реактор, оснащенный тепловой рубашкой и перемешивающим устройством, загружают исходное сырье из дозаторов и мерников, где и протекает реакция этерификации. Полученная реакционная смесь направляется в вакуумный дистиллятор, где происходит отгонка спирта и воды. Дистиллят направляется в сборник для последующей регенерации, а остаток поступает в реактор, где его растворяют в воде и нейтрализуют раствором карбоната натрия до достижения $\text{pH} \geq 7$. Затем смесь экстрагируют дихлорэтаном в экстракторе-сепараторе. Нецелевой водный слой направляется в сборник, а затем на очистку сточных вод. Целевой слой поступает в вакуумный дистиллятор, где происходит отгонка дихлорэтана. Остаток направляется в реактор для проведения реакции гидразинолиза, смесь нагревают до температуры 50 °С и перемешивают в течение 4 часов. Далее реакционная смесь подвергается кристаллизации, фильтрации в фильтр-сушилке и промывке бутиловым спиртом. Фильтрат направляется на очистку, а промывной агент – на регенерацию. Осадок сушат и помещают в контейнер, а образовавшиеся пары бутанола после сушки направляют на конденсацию. Переход на пониженное давление) при дистилляции обеспечивает возврат бутанола в цикл и сокращает расход сырья примерно на 20 %.

Совершенствование схемы позволило снизить количество побочных продуктов, уменьшить нагрузку на систему очистки и повысить энергоэффективность. Реализация комплексной системы автоматического контроля температуры, давления, расхода, уровня реагентов обеспечивает стабильность параметров процесса. Для повышения экологичности предусмотрено улавливание паров бутилового спирта с последующей конденсацией и регенерацией, а также очистка сточных вод.

Совокупность технических и организационных решений делает процесс производства изониазида более безопасным, ресурсосберегающим и соответствующим современным требованиям GMP. Кроме этого, использование рационального подхода к разработке новых противотуберкулезных лекарственных форм на основе изониазида, основанное на модификации существующих препаратов, позволяет усилить активность лекарственного средства, уменьшить нежелательные побочные эффекты, сократить продолжительность лечения [5].

Выводы.

1. Совершенствование технологии получения изониазида направлено на повышение выхода целевого продукта до 87–90 % и снижение токсичности отходов.
2. Использование бутилового спирта вместо этанола делает процесс экологичнее и экономичнее.
3. Рециклирование растворителей и автоматизация основных стадий обеспечивают соответствие требованиям промышленной безопасности.
4. Разработанная схема производства может быть предложена для внедрения на фармацевтических предприятиях в рамках программы импортозамещения и стратегии «Фарма 2030».

Список литературы

1. Митусова, И. А. Создание инновационных лекарственных средств для лечения туберкулеза / И.А. Митусова, Л.В. Атрёпьева // Биотехнология и биомедицинская инженерия: сборник научных трудов по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2024. С. 128-130.
2. Митусова И. А. Изучение способов совершенствования технологии получения изониазида / И.А. Митусова, Л.В. Атрёпьева // Горизонты биофармацевтики: сборник научных трудов по материалам IX Международной научно-практической молодежной конференции, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2024. С. 71-73.
3. Литвиненко, Н. В. Исследование свойств и методов синтеза производных фенотиазина / Н.В. Литвиненко, Л.В. Атрёпьева, О.И. Басарева // Биотехнология и биомедицинская инженерия: сборник научных трудов по материалам XII Всероссийской научно-практической

конференции с международным участием, посвященной 87-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2022. С. 249-252.

4. Кривошеева, А. Д. Совершенствование технологии получения этимазола / А.Д. Кривошеева, Л.В. Атрёпьева // Университетская наука: взгляд в будущее: сборник научных трудов по материалам Международной научной конференции, посвященной 87-летию Курского государственного медицинского университета: в 2 т.. Курск, 2022. С. 56-59.

5. Агапов, М. Н. Технологические подходы к проектированию производства таблеток лекарственной группы вазодилаторов / М.Н. Агапов, Л.В. Атрёпьева // Биотехнология и биомедицинская инженерия: сборник научных трудов по материалам XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Курский государственный медицинский университет. 2018. С. 38-42.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ СПАЗМОЛИТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА

Грибанова Т.В.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра биологической и химической технологии

Научный руководитель - к.т.н., доцент Атрёпьева Л.В.

Актуальность. Технологические процессы в производстве спазмолитиков являются сложными и требуют тщательного планирования и использования современных технологий для обеспечения высокого качества, и соответствия стандартам. Обоснование оптимизированных решений особенно важно для повышения безопасности, экологичности и эффективности производства лекарственных средств в условиях строгих требований GMP [1].

Целью исследования является обоснование технологических решений при проектировании спазмолитического средства феникаберана.

Результаты работы. Феникаберан представляет собой препарат комбинированного действия, обладающий спазмолитическим, местноанестезирующим и коронарорасширяющим эффектами.

Его основное влияние направлено на регуляцию ионного баланса клеточных мембран: препарат увеличивает концентрацию внутриклеточного циклоаденозинмонофосфата за счёт снижения поступления ионизированного кальция в клетки и ингибирует фосфодиэстеразу в гладкомышечных клетках мочевыводящих путей. В результате этих биохимических процессов происходит расслабление мышечных волокон, а также уменьшение отёка и воспаления.

На основе анализа свойств и методов синтеза была разработана усовершенствованная химическая схема получения вещества [2], позволяющая:

- увеличить выход основного продукта примерно на 20 %;
- исключить использование диметилформамида, хлористого метилена, ацетона;
- уменьшить объем изопропилового спирта;
- снизить образование побочных продуктов, а вместе с тем и стадий очистки;
- сократить время процесса.

Химическая схема синтеза легла в основу разработки технологической схемы получения Феникаберана, которая детально отображает потоки сырья, промежуточных продуктов и отходов на каждой стадии производства [3].

Для обеспечения глубокого понимания процесса был рассчитан материальный баланс с учетом выходов по каждой операции, стадии и производства в целом. По результатам расчетов выполнен анализ всех материальных потоков, определено количество сырья и материалов необходимых для производства, а также количество отходов с детализацией состава и места их возникновения [4].

По данным материального баланса были рассчитаны технико-экономические показатели, которые свидетельствуют о необходимости дальнейшей оптимизации процесса, пере-

работки и возврата части веществ в производственный цикл, что повысит экономическую эффективность и снизит негативное воздействие на окружающую среду [5].

Разработано аппаратное оформление процесса получения феникаберана, в котором было выбрано типовое эмалированное оборудование: реакторы с рубашкой, оснащенные перемешивающим устройством, колонный аппарат, друк-фильтры, фильтр-сушилка с рубашкой и мешалкой. Разработана принципиальная схема контроля и регулирования температуры, загрузки веществ и выгрузки реакционной массы.

Спроектирован цех, который представляет собой сгруппированные по функциональному назначению помещения, образующие производственную и непроизводственную зоны.

Предложены системы переработки газообразных, твердых и жидких отходов.

Выводы. В результате выполненной работы обоснованы технологические решения в производстве спазмолитического средства, на основании которых была значительно повышена эффективность производства феникаберана за счет модернизации химической схемы синтеза фармацевтической субстанции, увеличения выхода, сокращения стадий выделения и очистки целевого продукта, совершенствования технологии очистки отходов производства.

Список литературы

1. Агапов, М.Н. Проектно-технологические решения получения порошка на основе алкалоида винкамина / М.Н. Агапов, Л.В. Атреева // Биотехнология и биомедицинская инженерия: сборник научных трудов по материалам XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Курский государственный медицинский университет. 2018. С. 25-29.
2. Литвиненко, Н. В. Исследование свойств и методов синтеза производных фенотиазина / Н.В. Литвиненко, Л.В. Атреева, О.И. Басарева // Биотехнология и биомедицинская инженерия: сборник научных трудов по материалам XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 87-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2022. С. 249-252.
3. Грибанова, Т. В. Проектное исследование технологии получения феникаберана // Горизонты биофармацевтики: сборник научных трудов по материалам IX Международной научно-практической молодежной конференции, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2024. С. 68-70.
4. Грибанова, Т. В. Балансовый метод исследования производства феникаберана / Т. В. Грибанова, Л. В. Атреева // Биотехнология и биомедицинская инженерия: сборник научных трудов по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2024. С. 126-128.
5. Кривошеева, А. Д. Совершенствование технологии получения этимазола / А.Д. Кривошеева, Л.В. Атреева // Университетская наука: взгляд в будущее: сборник научных трудов по материалам Международной научной конференции, посвященной 87-летию Курского государственного медицинского университета: в 2 т. - Курск, 2022. С. 56-59.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И pH-СРЕДЫ НА ИНДИКАТОРНЫЕ СВОЙСТВА СТИЛЬБЕНОVOГО АЗОКРАСИТЕЛЯ С 3-ГИДРОКСИАКРИДОНОВЫМ ФРАГМЕНТОМ

Веровенко К. И., Атреева Л. В., Ефанов С. А.

Курский государственный университет
Кафедра химии

Актуальность. Индикаторные свойства красителей используются во многих областях, таких как: аналитическая химия, материаловедение, мониторинг окружающей среды, диагностические исследования, экспресс-контроль качества продукции. Для этих целей особый интерес вызывают индикаторы, способные фиксироваться на текстильном материале [1,2]. Одновременно реакции преобразования цвета являются привлекательными в научном смысле, так как помогают визуализировать сложные химические изменения.

Целью работы являлось изучение влияния температуры и pH-среды на индикаторные свойства стильбенового азокрасителя с 3-гидроксиакридоновым фрагментом и оценка возможности его использования в качестве активного компонента не только галохромного текстиля, но и, возможно, термохромного материала.

Результаты исследования. В НИЛ органического синтеза Курского государственного университета получают прямые дисазокрасители стильбенового ряда как чувствительный элемент оптического датчика уровня pH, к которым относится стильбеновый азокраситель с 3-гидроксиакридоновым фрагментом [3].

При определении термозависимого участка pH-отклика кислотно-основного азокрасителя с 3-гидроксиакридоновым фрагментом в пробирки с подготовленными буферными растворами с разным значением pH прилили равный объем стильбенового красителя из маточного раствора с ДМСО, концентрация в них которого составила 0,03 г/л. Рабочие растворы поместили на водяную баню и термостатировали до момента фиксации температур начала и полного цветового перехода окраски из фиолетовой в алую.

Из полученных данных выявили, что при низких значениях водородного показателя (7,0–8,0) наблюдается фиолетовая окраска раствора, которая дает термохромный эффект при высоких температурах. При $pH \geq 9,0$ раствор имеет алый цвет без необходимости нагрева, следовательно, цветовой переход уже произошёл при комнатной температуре. Так, с учётом температурной стабильности, нами был выбран $pH=8,5$ лежащий в пограничной зоне – наиболее чувствительной, для фиксации цветовых переходов для дальнейшего эксперимента. При этом растворы, лежащие в промежутке от 7,0 до 8,5 обладают реверсивным термохромизмом.

Для изучения влияния температуры на спектральные характеристики из избранного раствора азокрасителя отобрали пробу в 10 мм кювету для спектрофотометра и термостатировали. С помощью преобразователя сигналов ТС (термопреобразователей сопротивления) и ТП (термоэлектрических преобразователей) фиксировали изменение сопротивления в процессе остывания буферного раствора, которое затем на основании полученных результатов измерений переводили в значения температуры.

Из полученных результатов и данных спектра установили, что в полученной форме исследуемого красителя присутствуют различные таутомерные формы, одна из которых преобладает в УФ-области, другая в видимой части. При этом при температуре около 52°C наблюдается небольшой пик в красной области спектра. Визуально отмечали изменение цвета от фиолетового в алый.

Эти изменения, в том числе и цвета, характерно и для pH-перехода водных растворов азокрасителя в диапазоне 7,0–10,5, где наблюдалось пересечение кривых поглощения в изобесцветической точке при 560 нм, где вещество находится в равновесии.

Анализ спектров поглощения растворов красителя показывает, что как с ростом температуры, так и с ростом активной реакции среды происходит смещение максимума поглощения в области 300–400 нм – батохромный сдвиг:

- при изменении температуры от 30–50°C $\Delta\lambda_{\max} = 20$ нм;

- при изменении pH от 8,5 до 10 $\Delta\lambda_{\text{max}} = 30$ нм.

В видимой части спектра в области второго максимума поглощения, с увеличением температуры и водородного показателя батохромный сдвиг незначителен.

После проведения периодического крашения [3], подготовленные образцы ткани подвергли термической обработке около 140°C, впоследствии фиксировали переход цвета с фиолетовых тонов в розовые, отмечая, что интенсивность изменения цвета падает с уменьшением количества красителя на ткани.

При этом как в водных растворах, так и на твердом носителе хромизм имеет также положительный характер, время которого составляет от 6 минут (для низких концентраций красителя от массы ткани) до 9 минут (для высокой концентрации красителя от массы ткани), что дает возможность для реализации практического применения материала.

На полученных тест-полосках изучен аналитический сигнал, при контакте с буферными растворами с определенным значением pH-среды. Во всех сериях опытов (при массе красителя 0,3%, 0,15% и 0,075%) наблюдается систематическое изменение цвета ткани при переходе от pH=8,0 к pH=9,5. Особенно отчетливо это проявляется в интервале pH=8,5–9,0, где происходит переход от фиолетового оттенка к алому, это демонстрирует обратимый галохромизм в слабощелочной области, что позволяет рассматривать данный краситель как перспективный индикаторный компонент для сенсорных текстильных систем.

Выводы. В выпускной форме изучаемого красителя наблюдается одинаковый эффект изменения цвета от фиолетового к алому при повышении температуры и увеличении pH-среды.

Из полученных данных следует, что аналитический сигнал в виде цветоперехода реализуется только в условиях полного растворения красителя при pH≥8,5–9,0. При более низких значениях водородного показателя в интервале pH=8–8,5 изменению цвета растворов способствует температурный фактор, когда при температуре 60°C наблюдается переход фиолетового цвета в алый. Необходимо отметить, что в нейтральной и слабокислой среде pH≤7 температурный фактор на аналитический сигнал не влияет.

Сравнительный анализ позволяет сделать предположение, что при ионизации в щелочной среде ОН-группы гидроксиакридинового фрагмента краситель не только переходит из полидисперсного состояния (раствор фиолетовый цвета) в растворенное (раствор алого цвета), но и претерпевает таутомерные превращения. Вероятно, происходящие изменения можно связать с наличием батохромного сдвига в диапазоне 300–400 нм.

Обнаруженное поведение красителя может характеризоваться с позиции термогалохромизма, что требует дальнейшего изучения данного вопроса.

Список литературы

1. Веровенко, К. И. Получение pH-активных тест-образцов для экспресс- контроля качества гигиенических средств / К. И. Веровенко, Л. В. Атрёпьева // Горизонты биофармацевтики : Сборник научных трудов по материалам IX Международной научно-практической молодежной конференции, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета, Курск, 23 мая 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 67–68. – EDN CZA ZHS.
2. Атрёпьева, Л. В. Уровень водородного показателя моющих гигиенических средств как характеристика безопасности продукции / Л. В. Атрёпьева, К. И. Веровенко // Биотехнология и биомедицинская инженерия : сборник научных трудов по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета, Курск, 28 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 116–117. – EDN DVL MRA.
3. Веровенко, К. И. Изучение влияния температуры на адсорбцию прямого стильбенового дисазокрасителя с 3-гидроксиакридиновым фрагментом на хлопчатобумажной ткани /К. И. Веровенко, Л. В. Атрёпьева, С. А. Ефанов // Биотехнология и биомедицинская инженерия: сборник научных трудов по материалам XIII Всероссийской научно-практической конфе-

ренции с международным участием, посвященной 88-летию Курского государственного медицинского университета, Курск, 23 ноября 2023 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2023. – С. 364–367.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИМЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КРАШЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АЦИДОХРОМНОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО МЕДИЦИНСКОГО ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА

Кононова О.С., Атрёпьева Л.В.

Курский государственный университет

Кафедра химии

Актуальность. Ацидохромный (pH-чувствительный) текстиль является оригинальной тест-формой для экспресс-анализа pH-среды вследствие её прочности, гибкости, обратимости аналитического сигнала, возможности проведения измерения в труднодоступных местах, где невозможно использование приборов. Такой текстиль может выполнять роль помощника при диагностировании определённых патологий, но для этого важен целевой цветопереход на тест-образцах.

В НИЛ органического синтеза КГУ проводятся работы по направленному синтезу кислотнo-основных азокрасителей [1] для получения ацидохромных текстильных материалов.

Цель исследования – определить значимые технологические параметры крашения и их предпочтительные величины для марлевого и нетканого бинтов.

Материалы и методы исследования. Для получения диагностического медицинского волокнистого материала марлевый бинт (ТУ 9393-012-14959781-2015) и хлопкополиэфирный нетканый бинт (ТУ 21.20.24-005-86608610-2021) окрашивали периодическим методом по технологии прямого крашения кислотнo-основным стильбеновым красителем с финилендиаминовым фрагментом (КрФДА) [2]. Эффективность крашения определяли по степени выбирания красителя из красильного раствора волокнистым субстратом. Качество крашения текстильных тест-образцов оценивали по равномерности полученной окраски, диапазону pH-перехода, интенсивности pH-ответа, устойчивости окраски к физиологическому раствору при температуре 40°C.

Результаты исследования. Краситель КрФДА практически не растворим в воде при pH≤5,0, но при увеличении щёлочности он растворяется вследствие перехода сульфогруппы в натриевую форму [3]. Является кислотнo-основным индикатором за счёт ионизации аминокрупп: в слабокислой среде цвет фиолетовый, в щелочной среде – алый.

Для изучения индикаторных свойств, были проведены спектрофотометрические исследования водных растворов красителя. С помощью спектральных характеристик водных растворов данного красителя в разных pH-средах, установили, что краситель с финилендиаминовым фрагментом имеет pH-переход от 6,0 до 8,0 в водной среде.

В кислой среде происходят таутомерные превращения, связанные с последовательной ионизацией двух аминокрупп [4], что имеет отклик в виде цветоперехода с алого цвета в фиолетовый.

Изучаемый краситель обладает сродством к целлюлозному волокну, поэтому он способен фиксироваться на нём непосредственно из водного раствора. Молекулы красителя адсорбируются на поверхности целлюлозы и проникают внутрь волокна, попадая в аморфные области целлюлозы. Происходит фиксация красителя в волокне за счет образования многочисленных водородных связей между гидроксильными группами (-ОН) целлюлозы и аминокруппами красителя.

Учитывая свойство красителя растворяться в щелочной среде, было изучено влияние pH-среды красильного раствора на эффективность крашения по степени его выбирания на волокно в течение всего процесса. Из полученных данных установлено, что оптимальной средой для окрашивания целлюлозного материала является pH=9,0, при котором степень выбирания

достигает 85%. Такая же эффективность достигается и при $pH=10,0$, но эти условия крашения более жёсткие.

Данные по оценке устойчивости окраски показали, что в условиях крашения при $pH=8,0$ и $9,0$ достигается особо прочное крашение (4,5 балла по шкале серых эталонов) и несколько меньшая устойчивость при $pH=10,0$ (4,0 балла по шкале серых эталонов).

Для определения оптимальной концентрации красителя КрФДА для марлевого бинта, были предложены следующие варианты: 0,0125% и 0,02% красителя от массы ткани. Степень выбирания красителя по завершении процесса крашения достигает 100% для двух исследуемых концентраций, хотя на первых этапах крашения при меньшей концентрации степень выбирания выше. Для нетканого бинта степень выбирания красителя в конце крашения составила 100% при количестве красителя 0,025% от массы ткани; 95% при количестве красителя 0,05% от массы ткани.

На полученных окрашенных образцах изучили индикаторные свойства при контакте их с буферными растворами. Выявили, что pH -ответ реализуется в кислой среде, при значениях $pH \leq 5,5$.

Для изучения эффективности процесса крашения при разных температурах, рассчитали степень выбирания красителя в процессе крашения марлевого и нетканого бинтов [5]. Полученные зависимости показывают, что степень выбирания красителя по завершении высокотемпературного процесса крашения марлевого бинта достигает 100%, а при 80-градусном крашении только 92%. Для нетканого хлопкополиэфирного бинта наблюдается такая же закономерность 95% против 85%.

На полученных окрашенных образцах изучили проявление индикаторных свойств при контакте их с буферными растворами. Выявлено, что при крашении с меньшей температурой уменьшается контрастность цветоперехода.

Данные по оценке устойчивости окраски показали, что при низкотемпературном режиме крашения волокнистого материала достигается прочное крашение (4,0 баллов по шкале серых эталонов).

На следующем этапе изучили влияние электролита на эффективность и качество крашения. По данным эксперимента установили, что повышение концентрации хлорида натрия практически не влияет на качественные характеристики крашения.

Выводы. Таким образом, изучены свойства прямого стильбенового красителя с фенилендиаминовым фрагментом. Определены значимые технологические параметры крашения и их предпочтительные величины для марлевого (I) и нетканого (II) бинтов: масса красителя – 0,02%(I) и 0,05%(II) от массы ткани; pH красильного раствора – 9,0; высокотемпературный режим крашения; pH промывных вод – $7,3 \div 8,0$. На основании полученных данных, созданный ацидохромный текстильный материал можно рекомендовать для диагностических целей в медицинской практике при патологиях с pH -откликом $\leq 5,5$.

Список литературы

1. Кудрявцева, Т. Н. Индикаторный дисазокраситель стильбенового ряда для работающих в интервале значений pH 4,0-6,0 оптических pH -сенсоров и способ его получения: Патент на изобретение RU 2742270 C1, 04.02.2021. Заявка № 2020120528 от 20.06.2020 / Т. Н. Кудрявцева, С. А. Ефанов, Е. В. Грехнева, В. Атрёпьева, И. Б. Кометиани
2. Атрёпьева, Л. В. Использование полисахаридов для получения некоторых материалов медицинского назначения / Л. В. Атрёпьева, С. А. Ефанов, М. А. Любимова, С. А. Ржаных, Л. Н. Замыкая // Нанотехнологии: образование, наука, инновации: сборник докладов участников IX Всероссийской научно-практической конференции. Под редакцией П.А. Белова, Е.В. Дериглазовой, О.В. Смолиной. 2018. С. 133-138.
3. Кононова О. С., Атрёпьева Л. В. Обоснование технологических решений для повышения эффективности использования индикаторного прямого дисазокрасителя в процессе крашения хлопчатобумажных тканей // Auditorium. – 2024. – №. 4 (44). – С. 34-37.

4. Лозинская Е. Ф. и др. Определение констант депротонизации бисазокрасителей на основе стильбендисульфокислоты, имеющих в составе структурные фрагменты фенола и резорцина // Auditorium. – 2016. – №. 2 (10). – С. 8-14.

5. Веровенко, К.И. Изучение влияния температуры на адсорбцию прямого стильбенового дисазокрасителя с 3-гидроксиакридоновым фрагментом на хлопчатобумажной ткани / К. И. Веровенко, Л. В. Атрёпьева, С. А. Ефанов // Биотехнология и биомедицинская инженерия: сборник научных трудов по материалам XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 88-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2023. С. 364-367.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ФИКСАЦИЮ ПРЯМОГО СТИЛЬБЕНОВОГО ДИСАЗОКРАСИТЕЛЯ С ФЕНИЛЕНДИАМИНОВЫМ ФРАГМЕНТОМ НА МЕДИЦИНСКИХ ПЕРЕВЯЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Кононова О. С.

Курский государственный университет

Кафедра химии

Научный руководитель – к.т.н., доцент Атрёпьева Л. В.

Актуальность. Для проведения экспресс-анализа активной реакции среды при непрерывном режиме контроля необходимы pH -чувствительные тест-формы, с надежным закреплением индикаторных красителей на твердофазной матрице. В настоящее время ведутся многочисленные исследования по синтезу прямых кислотно-основных азокрасителей и их применению для окрашивания целлюлозосодержащих волокон с целью достижения целевого pH -ответа при различных режимах контроля, включая онлайн-мониторинг активной реакции среды [1,2].

Цель исследования – изучить влияние температуры на фиксацию прямого стильбенового дисазокрасителя с фенилендиаминовым фрагментом на медицинских перевязочных материалах, которые рекомендуется использовать в качестве диагностических тест-образцов.

Материалы и методы исследования. В качестве объекта изучения использовали марлевый бинт (ТУ 9393-012-14959781-2015) и хлопкополиэфирный нетканый бинт (ТУ 21.20.24-005-86608610-2021), которые окрашивали периодическим методом по технологии прямого крашения кислотно-основным стильбеновым красителем с фенилендиаминовым фрагментом (КрФДА). Фиксацию красителя оценивали по степени выбирания красителя из красильного раствора волокнистым субстратом и по устойчивости полученной окраски к различным физико-химическим воздействиям.

Результаты исследования. Исследуемый краситель обладает сродством к целлюлозному волокну, поэтому он способен фиксироваться на нём непосредственно из водного раствора. Молекулы красителя адсорбируются на поверхности целлюлозы и проникают внутрь волокна, попадая в аморфные области целлюлозы. Происходит фиксация красителя в волокне за счет образования многочисленных водородных связей между гидроксильными группами (-ОН) целлюлозы и аминогруппами красителя.

Для прямого крашения краситель должен быть растворим. Было изучено влияние температуры на растворимость красителя в разных условиях крашения [3]. Установили, что растворимость красителя значительно увеличивается с ростом температуры. В нейтральной среде происходит частичное растворение красителя при 50°C и, достигая температуры 85°C, его растворимость увеличивается почти в 7 раз. В слабощелочной среде краситель уже начинает растворяться при обычной температуре, а при температуре 70°C его растворимость возрастает в 4 раза.

Главными физико-химическими процессами, сопровождающими результат фиксации красителя на целлюлозных перевязочных материалах в ходе крашения, являются диффузия и адсорбция. Температурный график крашения имеет несколько этапов, при которых с наи-

большей эффективностью реализуется механизм крашения прямыми красителями [4]: в течение первых 30 минут осуществляется подъём температуры до максимальных значений, затем 15-минутный этап крашения при достигнутой высокой температуре, после чего продолжается в течение 15-20 минут крашение без подогрева, так называемое крашение на «остывающей ванне». Необходимо отметить, что при крашении прямыми водорастворимыми красителями не всегда проводят традиционный вариант крашения с этапом диффузии при 100°C. Ранее было выявлено, что адсорбция изучаемого красителя с фенилендиаминовым фрагментом протекает при температурах до 80°C, поэтому необходимо было сравнить эффективность крашения для двух температурных режимов при 100°C (высокотемпературный режим) и при 80°C (низкотемпературный режим).

На рисунке 1 представлены графики изменения степени выщипывания красителя из красильного раствора в процессе крашения хлопчатобумажного марлевого бинта при высокотемпературном и низкотемпературном режимах крашения. Видно, что эффективность перехода красителя из красильного раствора на целлюлозный субстрат по завершении высокотемпературного процесса крашения достигает 100%, а при низкотемпературном режиме составляет 92%, что на 8% ниже, чем при стандартном режиме крашения. При этом наблюдается частичная десорбция красителя при достижении максимума в температурном графике крашения.

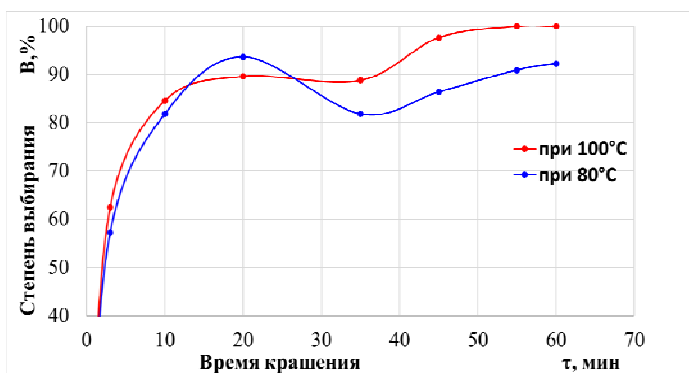


Рисунок 1. Графики зависимости изменения степени выщипывания при высокотемпературном и низкотемпературном режимах крашения марлевого бинта

На рисунке 2 представлены графики изменения степени выщипывания красителя из красильного раствора в процессе крашения хлопкополиэфирного бинта при высокотемпературном и низкотемпературном режимах крашения. Уровень истощения красильного раствора по завершении высокотемпературного процесса крашения достигает 95%, а при низкотемпературном режиме степень выщипывания красителя составляет 85%, что на 10% ниже, чем при традиционном режиме крашения. На полученных графиках явно выделяется процесс десорбции красителя с волокна на этапе достижения максимальных значений температуры.

На полученных окрашенных тест-образцах было изучено проявление индикаторных свойств при контакте их с буферными растворами. Выявлено, что при крашении с меньшей температурой снижается контрастность цветоперехода.

Определено, что целлюлозные перевязочные материалы, окрашенные прямым стильбеновым красителем с фенилендиаминовым фрагментом, реализуют аналитический отклик при $pH \leq 5,5$.

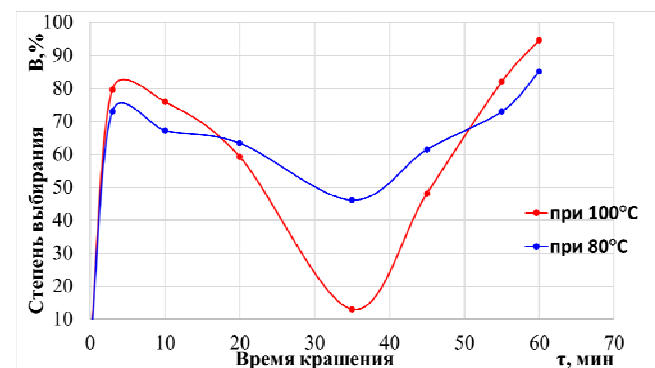


Рисунок 2. Графики зависимости изменения степени выщипывания при высокотемпературном и низкотемпературном режимах крашения нетканого бинта

Данные по оценке устойчивости окраски на pH-активных перевязочных волокнистых материалах к физиологическому раствору при температуре 40°C показали, что при низкотемпературном режиме крашения наблюдается уменьшение показателя на 0,5 баллов (по шкале серых эталонов).

Выводы. Исходя из полученных данных, установлено, что для прямого красителя с фенилендиаминовым фрагментом эффективным является высокотемпературный режим крашения, который обеспечивает более эффективную диффузию вглубь целлюлозного субстрата, а температурные условия для его прочной фиксации внутри волокна достигаются при крашении на «остывающей ванне».

Список литературы

1. Кудрявцева, Т. Н. Индикаторный дисазокраситель стильбенового ряда для работающих в интервале значений pH 4,0-6,0 оптических pH-сенсоров и способ его получения: Патент на изобретение RU 2742270 C1, 04.02.2021. Заявка № 2020120528 от 20.06.2020 / Т. Н. Кудрявцева, С. А. Ефанов, Е. В. Грехнева, В. Атрёпова, И. Б. Кометиани.
2. Григорьян, А.Ю. pH-чувствительный перевязочный материал в мониторинге течения раневого процесса / А. Ю. Григорьян, А.И. Бежин, Т.А. Панкрушева., Л.В. Жилаева, С.А. Ефанов, Л.В. Атрёпова // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2023. Т. 18. № 1. С. 59-62.
3. Кононова О.С., Атрёпова Л. В. «Исследование некоторых свойств индикаторного дисазокрасителя для создания текстильных оптических pH-сенсоров» // Биотехнология и биомедицинская инженерия: сборник научных трудов по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2024. С. 122-123.
4. Веровенко, К.И., Атрёпова Л. В., Ефанов С.А. Изучение влияния температуры на адсорбцию прямого стильбенового дисазокрасителя с 3-гидроксиакридоновым фрагментом на хлопчатобумажной ткани // Биотехнология и биомедицинская инженерия: сборник научных трудов по материалам XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 88-летию Курского государственного медицинского университета. - Курск: Изд-во Курск. гос. мед. ун-та, 2023.- С. 364-367.

ПРОЕКТНЫЕ ПОДХОДЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВА ДИАГНОСТИЧЕСКОГО МЕДИЦИНСКОГО ВОЛОКНИСТОГО МАТЕРИАЛА

Антрепьева Л.В., Кононова О.С.
 Курский государственный университет
 Кафедра химии

Актуальность. Для разработки технологических решений производства окрашенных волокнистых материалов необходимо применять проектные подходы, основанные на анализе свойств волокнистого субстрата и красителя, технологии крашения, целевого качества готового продукта, применяемого оборудования и автоматизации процессов, а также на системном подходе, охватывающем все стадии технологии получения с учетом устойчивого развития, охраны труда и окружающей среды.

Цель исследования. Анализ и совершенствование технологической схемы промышленного получения диагностического медицинского волокнистого материала высокого качества с учётом современных требований к безопасности, экологичности и автоматизации процессов.

Материалы и методы. В основу работы положены результаты научных исследований, анализа источников информации, нормативной документации, разработанный лабораторный регламент.

Результаты исследования. Результаты лабораторного эксперимента и отработанный режим крашения являются основой для разработки принципиальной аппаратурно-технологической схемы получения диагностического медицинского волокнистого материала.

Данная схема базируется на анализе данных об операциях и стадиях процесса, условиях проведения, выборе оборудования и контрольно-измерительных приборов. В ходе научно-исследовательской работы, определён рациональный технологический режим с учётом охраны труда и окружающей среды.

Диагностические материалы с разными целевыми рН-сигналами выпускаются малыми партиями, поэтому для их получения предлагается использовать оборудование периодического действия. Для проектирования аппаратурно-технологической схемы была запланирована производственная мощность – 50 кг готовой ткани за один цикл.

В соответствии с разработанным способом получения ацидохромного медицинского текстиля в лабораторных условиях, была составлена блок-схема технологического процесса, которая отражает основные стадии получения ацидохромного текстиля из медицинских перевязочных средств (марлевого и нетканого бинтов).

Технология получения окрашенных прямыми азокрасителями целлюлозных волокнистых материалов состоит из следующих последовательно протекающих процессов: приготовления красильного раствора, загрузки подготовленного текстильного материала в красильный аппарат, крашение при установленном температурном режиме, отжим, промывка, отжим, расправление полотна, сушка, контроль качества [1].

На основании нормативно-справочной литературы о проведении типовых технологических операций определена продолжительность одного цикла крашения волокнистого материала – 7,5 часов [2].

В соответствии с лабораторным регламентом была разработана схема-граф материальных потоков, которая предусматривает проведение всех подготовительных и основных стадий и операций процесса получения готового продукта с указанием используемого сырья и образующихся отходов.

Текстиль, используемый для медицинских перевязочных материалов, характеризуются низкой плотностью, простым переплетением, что предопределяет возможность образования заломов, нарушения структуры полотна в процессах водной обработки на оборудовании. Предложено для крашения таких текстильных материалов использовать эжекторные красильные барочные машины.

Особый интерес представляет отечественная эжекторная красильная барочная машина ЭКБ. Машина красильная эжекторная представляет собой современный аппарат для крашения при температуре до 140°C текстильных материалов различных структур, включая и слабые структуры переплетения нитей, без деформации окрашиваемого материала из натуральных, синтетических волокон и их смесей с натуральными с поверхностной плотностью от 40 до 400 г/м². Уровень автоматизации высокий. Для комплексного управления используется зарекомендовавший себя в крашении по методу выбора из ванны промышленный компьютер с программируемым логическим контроллером (PLC) и счетчиком движущегося текстиля. Благодаря этому обеспечивается оптимальное управление процессом.

После анализа исходных данных, требуемых для технологических процессов и составления блок-схем, была разработана принципиальная аппаратурно-технологическая схема, которая в краткой форме передаёт всю необходимую информацию для получения готового продукта в промышленных условиях.

При выполнении технологической части работы использовались установленные стандарты и нормативными документами общие правила выполнения схем. Принципиальная аппаратурно-технологическая схема содержит используемое основное и вспомогательное оборудование, изображение трубопроводов, устройств контроля и автоматизации. Это позволяет получить полное представление о функционировании технологической системы и ее компонентов.

Для эффективной работы красильной машины ЭКБ-95-1 используются следующее вспомогательное оборудование: аппарат для приготовления рабочего красильного раствора, в который загружается взвешенный на весах краситель, подается рассчитанное количество маточного раствора хлорида натрия и маточного раствора гидроксида натрия, которые хранятся в накопительных баках.

После процесса крашения и промывки, красильный раствор и промывные воды проходят очистку для удаления из растворов остаточных волокон материала и накапливаются в сборниках. После очистки, воду рекомендуется повторно использовать для приготовления рабочих растворов и осуществления процесса крашения.

На каждом этапе производства применяется автоматизированная система управления и контроля, что позволяет повысить эффективность, точность и безопасность производства.

Выводы. Разработана технологическая схема получения диагностического медицинского волокнистого материала, которая обеспечивает высокое качество готового продукта и позволяет добиться рационального использования красителя, экологичности, безопасности производства.

Список литературы

1. Романовская О. А. Разработка и теоретическое обоснование технологии устойчивого крашения текстильных материалов из целлюлозных волокон прямыми азокрасителями: дис. – Моск. гос. текстил. ун-т им. АН Косыгина, 2000 – С. 54-57.
2. ИТС 39—2017. Производство текстильных изделий (промывка, отбеливание, мерсеризация, крашение текстильных волокон, отбеливание, крашение текстильной продукции). – Москва, 2017 – 361с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОДНОГО ЧИСЛА БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СЫРЬЯ

Андросова Е.Н., Каргополова О.А., Денисова Е.П.

Омский государственный технический университет

Кафедра «Биотехнология, технология общественного питания и товароведение»

Научный руководитель – к.б.н., доцент Чачина С.Б.

Актуальность. Биодизель определяется как разновидность биотоплива, состоящая из метиловых или этиловых эфиров жирных кислот (ЖК), полученных из растительных масел или животных жиров [1]. К преимуществам биодизеля относительно ископаемого топлива можно отнести улучшение смазочных свойств двигателя, биоразлагаемость, отсутствие в составе азотсодержащих и ароматических соединений, что делает перспективным его использование в составе смесевых топлив (В6-В20). Основными минусами данного вида топлива являются высокая температура замерзания и низкая химическая стабильность [2].

Физико-химические свойства биодизельного топлива очень сильно зависят от его жирнокислотного состава. Низкая химическая, или окислительная, стабильность биодизеля напрямую связана с ненасыщенностью ЖК. Как правило, чем выше степень ненасыщенности ЖК, тем ниже стабильность и выше скорость окисления [3].

Одним из показателей, характеризующих степень ненасыщенности ЖК в составе биодизельного топлива, а следовательно, и его окислительную стабильность, является иодное число биодизеля (ИЧ) – количество I_2 , вступающее в реакцию присоединения по двойным углеродным связям ЖК. В работе [4] была установлена линейная зависимость ИЧ от степени ненасыщенности (непределности) биодизеля: чем выше непределность, тем выше должно быть ИЧ. В соответствии с требованиями ГОСТ Р 53605-20093 и EN 14214 допустимое значение ИЧ составляет 120 г I_2 /100 г топлива [1,4].

Цель исследования – определить ИЧ образцов биодизельного топлива, полученных из масел и альгокультур, методом иодометрического титрования и установить зависимость между типом исходного сырья и степенью ненасыщенности биодизеля.

Материалы и методы исследования. В ходе исследования проводили анализ шести образцов биодизельного топлива, полученного перэтерификацией триацилглицеридов из различных видов сырья и отходов: подсолнечного масла, отработанного растительного масла, отработанного моторного масла, микроводоросли спирулина и макроводорослей ламинария и вакаме.

ИЧ определяли в соответствии с методикой, представленной в ГОСТ 2070-82 «Нефтепродукты светлые. Методы определения иодных чисел и содержания непределных углеводородов» [5].

В стаканчиках взвешивали пробу биодизеля с погрешностью не более 0,0004 г. В конические колбы на 500 мл с притертой пробкой наливали по 15 мл растворителя и опускали стаканчики с биодизелем, слегка приоткрывая крышку стаканчика. После этого в каждую колбу добавляли 25 мл спиртового раствора иода, плотно закрывали пробкой и осторожно встряхивали. После прибавления 150 мл дистиллированной воды колбы продолжали встряхивать примерно 5 минут и затем ставили в темное место на 5 минут. Пробки и стенки колб промывали небольшим количеством дистиллированной воды, к содержимому добавляли 20-25 мл раствора иодида калия и титровали раствором тиосульфата натрия в присутствии крахмала до исчезновения сине-фиолетового окрашивания.

Параллельно проводили контрольный опыт без пробы биодизеля.

ИЧ (X), г I_2 /100 г вычисляли по формуле (1):

$$X = (V - V_1) * F * 0,01269/m, \quad (1)$$

где V – объем раствора титранта, израсходованный на титрование в контрольном опыте, мл; V_1 – объем раствора титранта, израсходованный на титрование пробы биодизеля, мл; F – фактор раствора тиосульфата натрия 0,1 н; m – масса пробы биодизеля, г.

Фактор раствора тиосульфата натрия – экспериментально полученный коэффициент, показывающий отношение текущей концентрации тиосульфата к требуемой по методике. Так как при хранении раствор тиосульфата натрия претерпевает различные изменения, ведущие к увеличению или уменьшению концентрации, для анализа используют свежеприготовленный раствор с точной установленной концентрацией.

Для определения фактора раствора титранта в конической колбе на 250 мл взвешивали 0,0837 г бихромата калия и растворяли в 80 мл дистиллированной воды. Добавляли 10 мл 20 %-ного раствора иодида калия и 5 мл разбавленной серной кислоты. Закрывали колбу, хорошо встряхивали и ставили в темное место на 5 минут. Титровали раствором тиосульфата натрия в присутствии крахмала.

Фактор раствора тиосульфата натрия вычисляли по формуле (2):

$$F = (m/0,0049037) * V, \quad (2)$$

где m – масса бихромата калия, г; 0,0049037 – масса бихромата калия, эквивалентная 1 мл раствора точно 0,1н тиосульфата натрия, г; V – объем тиосульфата натрия, израсходованный на титрование, мл.

Результаты исследования. Объем тиосульфата натрия, пошедший на титрование навески бихромата калия, составил 10,5 мл. По формуле (2) был рассчитан фактор 0,1 н раствора тиосульфата натрия:

$$F = (0,0837/0,0049037) * 10,5 = 179.$$

В ходе эксперимента по формуле (1) были определены значения ИЧ для исследуемых образцов биодизельного топлива. Максимальное значение ИЧ наблюдалось у биодизеля из отработанного растительного масла (24,0 г I_2 /100 г), что указывает на высокое содержание эфиров ненасыщенных ЖК в составе, если верить теории о прямой зависимости ИЧ от ненасыщенности [4]. Самая низкая непределность у образца из отработанного моторного масла, на что указывает минимальное значение ИЧ (1,2 г I_2 /100 г). Все образцы удовлетворяют нормативным требованиям, не превышая предельное значение 120 г I_2 /100 г топлива.

Результаты эксперимента, полученные для всех шести образцов, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты определения йодного числа биодизеля

№	Сырье	Растворитель	Масса образца m , г	Объем титранта V_1 , мл	Объем титранта в контрольном опыте V , мл	Йодное число X , г I_2 /100 г
1	Подсолнечное масло	Ацетон	1,0245	2,0	9,0	15,5
2	Отработанное растительное масло	Ацетон	0,5863	2,8	9,0	24,0
3	Отработанное моторное масло	Тетрахлорметан	0,7728	8,9	9,3	1,2
4	Спирулина	Ацетон	1,0233	6,0	9,0	6,7
5	Ламинария	Ацетон	1,0295	2,4	9,0	14,6
6	Вакаме	Ацетон	1,0535	6,8	9,0	4,7

Выводы. В ходе данной работы было подтверждено, что ИЧ биодизеля существенно зависит от типа исходного сырья и степени ненасыщенности содержащихся в нем ЖК. Наибольшую ненасыщенность показали образцы, полученные из растительных масел (особенно отработанных), что указывает на более низкую окислительную стабильность данных топлив. Биодизель из отходов моторных масел и морских водорослей имеет сравнительно низкое ИЧ, что указывает на более высокую стабильность. При этом все исследованные образцы удовле-

творяют нормативным требованиям и могут рассматриваться как перспективные виды биотоплива.

Список литературы

1. Физико-химические и эксплуатационные свойства биодизельных и смесевых топлив / А. В. Чернышева, А. Д. Черепанова, Б. И. Колобков [и др.] // Наука в центральной России. – 2022. – № 5(59). – С. 120-133. – DOI 10.35887/2305-2538-2022-5-120-133.
2. Андросова, Е.Н. Разработка экологических добавок: биодизель из альтернативного сырья и его влияние на свойства дизельного топлива / Е. Н. Андросова, С. Б. Чачина // Актуальные вопросы энергетики. – 2025. – Т. 7, № 1. – С. 62-71. – DOI 10.25206/2686-6935-2025-7-1-62-71.
3. Исследование возможности применения альтернативных сырьевых источников в качестве энергоносителей для ДВС / А. В. Чернышева, Б. И. Колобков, В. А. Середа [и др.] // Наука в центральной России. – 2023. – № 5(65). – С. 104-111. – DOI 10.35887/2305-2538-2023-5-104-111.
4. Расчёт физико-химических и эксплуатационных характеристик биодизельного топлива, синтезированного из жидких и твёрдых жиров / С. В. Романцова, И. В. Гладышева, Н. В. Вервекина [и др.] // Наука в центральной России. – 2021. – № 4(52). – С. 124-137. – DOI 10.35887/2305-2538-2021-4-124-137.
5. ГОСТ 2070-82. Нефтепродукты светлые. Методы определения иодных чисел и содержания непредельных углеводородов : межгосударственный стандарт. – Введ. 01.07.1983. – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294832/4294832817.pdf> (дата обращения: 08.10.2025 г).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЖЕЛЕЗА С ПОМОЩЬЮ ЖЕЛЕЗООКИСЛЯЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ ИЗ ПИРИТА

Жайворонок В.А., Чачина С.Б., Денисова Е.П.

Омский Государственный технический университет

Кафедра «Биотехнология, технология общественного питания и товароведение»

Научный руководитель – к.б.н., доцент Чачина С. Б.

Актуальность. В данной научной работе описана одна из методик биовыщелачивания железной руды из минерала. Актуальность биотехнологических методов извлечения металла обусловлена истощением запасов руд и усилением экологического регулирования в отрасли. В представленной статье проводится комплексное исследование биовыщелачивания пирита (FeS_2) – одного из важнейших железосодержащих минералов. Приводятся определение массовой концентрации выделенного железа, а также рассчитана эффективность выщелачивания. Эти практические результаты демонстрируют высокую технологическую и экологическую эффективность.

Цель исследования – Разработка технологии биовыщелачивания железа из обедненных руд и отходов металлургического производства с использованием культур микроорганизмов.

Материалы и методы исследования. Современная горнодобывающая промышленность вынуждена искать новые подходы в условиях истощения легкодоступных ресурсов и ужесточения экологических норм. В этом свете биовыщелачивание, основанное на применении микроорганизмов, рассматривается как стратегически важная альтернатива. Данная технология предполагает использование бактериальных культур для переработки измельченного сырья, с последующим выделением металлов из раствора. Настоящее исследование направлено на оптимизацию этого метода для извлечения железа из бедных руд и промышленных отходов [1].

Для культивирования микроорганизмов использовали питательные среды следующего состава:

Для выщелачивания железа использовалась среда Калиненко (г/дм^3): $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 0,17; NaNO_3 – 0,17; K_2HPO_4 – 0,17; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,17; лимонная кислота – 3,3; сахароза – 0,7; пептон – 0,3; $\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 2,0; вода – 300 мл; pH = 6,8. Стерилизация проводилась при

$7,8 \cdot 10^5$ Па в течение 30 минут. В три колбы добавляли по 100 мл среды, 20 мл культуры железобактерий и 10 г минерала: в первые четыре колбы – пирит (FeS_2), во вторые четыре – гематит (Fe_2O_3) [2].

В ходе проведения анализа использовались 3 пробы, в каждой по 20 г металлического порошка:

- 1) Контроль (без бактерий);
- 2) Пирит (содержание железа 46 %);

Количественное определение железа в растворе выполняли фотоколориметрическим методом в соответствии с ГОСТ. Анализируемую пробу объемом до 80 мл количественно переносили в мерную колбу вместимостью 100 мл. Значение pH раствора доводили до 3–5 путем добавления раствора аммиака или соляной кислоты с контролем по индикаторной бумаге. После введения 2 мл сульфосалициловой кислоты объем раствора доводили до метки дистиллированной водой. Пробу инкубировали в течение 5 минут для завершения реакции комплексообразования и стабилизации окраски.

Измерение оптической плотности полученных окрашенных растворов проводили на фотоколориметре с использованием кювет с длиной оптического пути 10 или 50 мм. Для оценки общего содержания железа использовали длину волны 425 нм, для Fe(III) — 500 нм. Раствором сравнения служила холодная проба, приготовленная аналогично опытному образцам. Расчет концентраций железа осуществляли по градуированному графику зависимости массовой концентрации от оптической плотности исследуемой пробы.

Для расчета массовой концентрации железа в анализируемой пробе мы использовали следующую формулу:

$$X = \frac{C \cdot 100}{V} \quad (1)$$

где X – массовая концентрация железа в анализируемой пробе, мг/дм^3 ; C – массовая концентрация железа, найденная по градуированному графику, мг/дм^3 ; V – объем пробы, взятый для измерений, см^3 [3].

Результаты исследования. По построенному градуированному графику (рисунок) определено общее количество полученного железа.

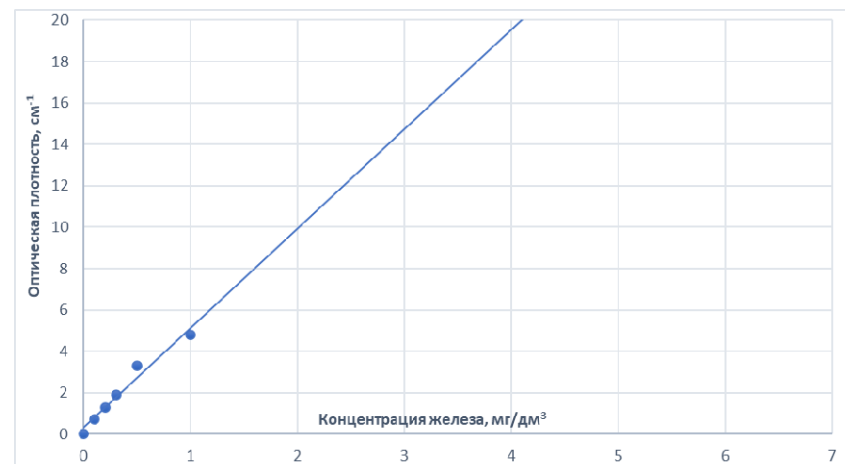


Рисунок 1. Градуированный график зависимости массовой концентрации от оптической плотности исследуемой пробы по выделенному железу.

Рассчитанные по формуле 1 массовые концентрации выделенного микроорганизмами железа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Биовыщелачивание железа из пирита FeS₂

Номер пробы	Штамм микроорганизма	Fe общ С по графику	Fe общ X конц. мг/л	Эффективность извлечения Fe %	Fe (III) С по графику	Fe (III) X конц. г/л
1	<i>Bacillus cereus</i>	1,91	9,55	47,75	0,63	3,15
2	<i>Bacillus megaterium</i>	2,31	11,55	57,75	0,254	1,27
3	<i>Bacillus simplex</i>	2,25	11,25	56,25	0,248	1,24
4	<i>Achromobacter denitrificans</i>	1,68	8,4	42	0,21	1,05
5	<i>Achromobacter xylosoxidans</i>	2,22	11,1	55,5	0,136	0,68
6	<i>Lysinibacillus fusiformis</i>	1,6	8	40	0,125	0,625
7	контроль	0,5	2,5	12,5	0,05	0,25

Наибольшая эффективность экстракции железа (56-57%) была достигнута при применении бактериальных культур *Bacillus megaterium* и *Bacillus simplex*.

Выводы. На основании комплексного анализа литературных и патентных источников установлена высокая эффективность и экологическая безопасность биовыщелачивания пирита по сравнению с традиционными металлургическими процессами. Максимальная степень извлечения железа из пирита (55-57%) зафиксирована для штаммов *Bacillus megaterium*, *Bacillus simplex* и *Achromobacter xylosoxidans*.

Полученные результаты доказывают перспективность применения выделенных нами микроорганизмов для переработки минерального сырья. Целесообразным направлением дальнейших исследований является оптимизация технологических параметров процесса и повышение эффективности.

Список литературы

1. Жайворонок, В. А. Создание биологических препаратов для биовыщелачивания меди из малахита / В. А. Жайворонок, С. Б. Чачина // Экологические проблемы региона и пути их разрешения : Материалы XIX Международной научно-практической конференции, Омск, 15–17 мая 2025 года. – Омск: Омский государственный технический университет, 2025. – С. 296-299.
2. Булаев А.Г., Меламуд В.С. Биовыщелачивание цветных металлов из отходов обогащения // Международный научно-исследовательский журнал. 2019. № 12 (78). URL: <https://research-journal.org/archive/12-78-2019-december/biovyshhelachivaniecvetnyxmetallov-iz-otxodov-obogashheniya> (дата обращения: 01.10.2025).
3. ГОСТ 4011-72 Вода питьевая. Методы определения общего содержания железа. — Введ. 1973–01–01. — М.: Издательство стандартов, 1972. — 8 с.

ПОЛУЧЕНИЕ И ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ АМИДОВ 3,5-ДИНИТРОБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ

Норкина Д.Д.

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

Кафедра «Химии и технологии органических соединений азота»

Научный руководитель – к.х.н., доцент Путис С.М.

Актуальность. В настоящее время среди производных 3,5-динитробензойной кислоты (3,5-ДНБК) наибольшее распространение получили сложные эфиры и амиды, которые обладают биологической активностью. Например, сложные эфиры проявляют высокую эффективность по отношению к грибковым инфекциям, вызванных штаммом рода *Candida* (в частности, *Candida albicans*) [1,2]. В свою очередь, амиды 3,5-ДНБК содержащие в своей структуре различные заместители (по амидному фрагменту), такие как карбонилы, алкилы, фенилы или бензильные проявляют высокую противотуберкулезную активность *in vitro* [3]. Кроме того, среди 3,5-динитробензамидов были выявлены соединения, обладающие не только высокой эффективностью против *M. tuberculosis* H37Rv-GFP, но и антимикробным действием, в частности, как антагонисты к *Mycobacterium* [4].

Цель исследования. Целью настоящего исследования является получение амидов 3,5-ДНБК аммонолизом соответствующего метилового эфира и оценка биологической активности синтезированных амидов.

Материалы и методы исследования. В качестве исходного субстрата для аммонолиза использовали метиловый эфир 3,5-ДНБК (получали этерификацией соответствующей кислоты по методу [2]), а в качестве аминов использовали аммиак, метил-, этил- и диметиламины. Для оценки биологической активности синтезированных амидов использовали программу PASS online, а для молекулярного моделирования применяли метод «Молекулярного докинга» в online программе SwissDock.

Результаты исследования. Реакцию аммонолиза метилового эфира 3,5-ДНБК проводили при комнатной температуре в среде метанола (рис.1). В связи с тем, что аммонолиз процесс обратимый, то для смещения равновесия в сторону конечного амида использовали 4-6 кратный мольный избыток амина.

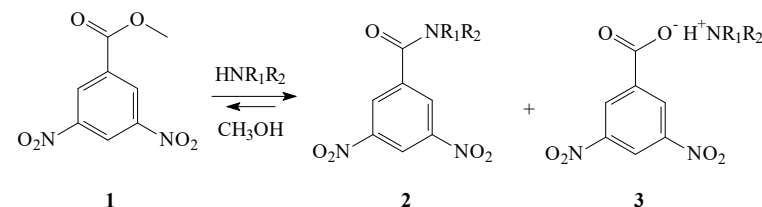


Рисунок 1. Реакция аммонолиза метилового эфира 3,5-ДНБК

При проведении аммонолиза было установлено, что при использовании водных растворов аминов, при полной конверсии исходного эфира (1), происходит образование амида (2), с выходом от 40 до 75 %, и побочного продукта (3) – аммонийной соли 3,5-ДНБК (остальное), образующейся при гидролизе метилового эфира (1) в водно-щелочной спиртовой среде.

Для минимизации гидролиза (образования побочного продукта (3)) нами были приготовлены безводные растворы аминов в метиловом спирте. Растворы аминов в метаноле получали нейтрализацией соответствующих солей (гидрохлоридов) эквимолярным количеством метилата натрия в среде метанола, с последующим удалением выделенного хлорида натрия фильтрованием. Аммонолиз эфира (1) растворами аминов в метиловом спирте проводили также с использованием 4-6-кратного мольного избытка по амину. В результате были получены соответствующие амиды (2) с выходами более 90 % (после кристаллизации), при этом побоч-

ный продукт – аммонийная соль 3,5-ДНБК (3) не образовывалась. Конверсия исходного эфира при аммонолизе как водными, так и метанольными растворами аминов составила 100 % (отсутствие соответствующего пятна методом ТСХ).

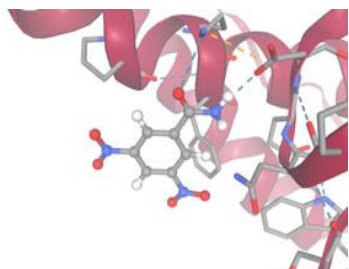
Чистоту и индивидуальность полученных соединений подтверждали методами ТСХ и элементным анализом, структуру – ЯМР (на ядрах ^1H и ^{13}C) и ИК-спектроскопией с применением приставки НПВО.

На следующем этапе нами была спрогнозирована оценка биологической активности синтезированных амидов (2) с помощью программного продукта PASS Online. В результате прогноза были получены результаты, представленные в таблице 1.

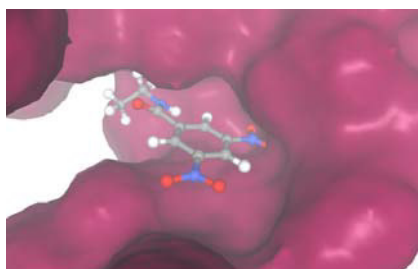
Таблица 1 – Биологическая активность синтезированных амидов (2)

Pa	Pi	Активность	Pa	Pi	Активность
Амид 3,5-ДНБК			Метиламид 3,5-ДНБК		
0,920	0,003	Ингибитор супероксиддисмутазы	0,898	0,005	Ингибитор убинол-цитохром-С редуктазы
0,917	0,004	Ингибитор убинол-цитохром-С редуктазы	0,868	0,009	Ингибитор акроцилиндропепсина
0,895	0,003	Ингибитор фуразин-С орнитин-стеразы	0,868	0,009	Игибитор химозина
Этиламид 3,5-ДНБК			Диметиламид 3,5-ДНБК		
0,920	0,003	Ингибитор супероксиддисмутазы	0,929	0,004	Ингибитор убинол-цитохром-С редуктазы
0,866	0,011	Ингибитор моногидроаскорбат-редуктазы	0,893	0,002	Ингибитор фосфолипид-транслоцирующая АТФазы
0,861	0,005	Ингибитор акроцилиндропепсина	0,885	0,003	Ингибитор бисфосфоглицерат-фосфатазы

При молекулярном моделировании методом «молекулярного докинга» с помощью программы SwissDock было показано, что комплексы «мишень-лиганд» имели умеренную энергию связывания (от 5,4 до 6,5 ккал/моль). Визуализация комплексов с минимальной (для амида 3,5-ДНБК с супероксиддисмутазой) и максимальной (для этиламина 3,5-ДНБК с моногидроаскорбатредуктазой) энергией связывания представлена в виде 3D-моделей (рис. 2).



а – комплекс амида 3,5-ДНБК с супероксидомдисмутазы



б – комплекс этиламина 3,5-ДНБК с монодегидроаскорбатредуктазой

Рисунок 2. Визуализация взаимодействия субстрата и биологической мишени

Выводы. В результате исследования показано, что при аммонолизе метилового эфира 3,5-динитробензойной кислоты простейшими аминами (аммиак, метиламина, этиламина и диметиламина) в виде водных растворов приводит к снижению выхода амида и протеканию побочного процесса – гидролиза, с образованием соответствующей аммонийной соли кислоты. В свою очередь, использование в аммонолизе метанольных растворов указанных аминов

(в тех же условиях) гидролиз метилового эфира не протекает, при этом выход соответствующего амида практически количественный.

При оценке биологической активности синтезированных амидов программой PASS online была подтверждена антигрибковая активность, что делает их перспективными объектами исследований в качестве антимикотиков, а также фунгицидов в сельском хозяйстве.

Методом «молекулярного докинга» при помощи программы SwissDock, для полученных амидов определена энергия связывания комплекса «мишень-лиганд», лежащая в диапазоне от 5,4 до 6,5 ккал/моль.

Список литературы

- 3,5-Dinitrobenzoate and 3,5-Dinitrobenzamide Derivatives: Mechanistic, Antifungal, and *In Silico* Studies / A. B. S. Duarte, Y. Perez-Castillo, D. Nobrega Alves et al. // J. Chemistry. – 2022. – Vol. 2022, Issue 1. – P. 1-17 (doi: 10.1155/2022/2336175).
- Antifungal activity against *Candida albicans* of methyl 3,5-dinitrobenzoate loaded nanoemulsion / A. B. S. Duarte, Y. Perez-Castillo, D. Nobrega Alves, R. D. Castro, R. L. Souza, D. P. Sousa, E. E. Oliveira // Brazilian Journal of Microbiology. – 2024. – Vol. 55, Issue 1. – P. 25-39 (doi: 10.1007/s42770-023-01214-9).
- Design, synthesis and antimycobacterial activity of 3,5-dinitrobenzamide derivatives containing fused ring moieties / A. Wang, G. Huang, B. Wang et al. // Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters. – 2018. – Vol. 28, Issue 17. – P. 2945-2948 (doi: 10.1016/j.bmcl.2018.07.005).
- High content screening identifies decaprenyl-phosphoribose 2' epimerase as a target for intracellular antimycobacterial inhibitors / T. Christophe, M. Jackson, H. K. Jeon et al. // PLoS Pathog. – 2009. – Oct. Vol. 5, Issue 10: e1000645 (doi: 10.1371/journal.ppat.1000645).

ЦИНКОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПРОИЗВОДНЫХ ХЛОРИНА Е6 И ПИРОФЕОФОРБИДА: ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УПРАВЛЯЕМОЙ ФОТОСЕНСИБИЛИЗАЦИИ

Кузьмина А.А., Новиков И.В., Александровский В.В., Бурмистров В.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Кафедра химии и технологии высокомолекулярных соединений

Работы проводились в рамках гос. задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ FZZW-2023-0009.)

Фотодинамическая терапия (ФДТ) представляет собой один из наиболее быстро развивающихся методов лечения онкологических и бактериальных заболеваний. Его принцип основан на селективном фотоиндуцированном воздействии на патологические клетки, опосредованном фотосенсибилизатором (ФС), кислородом и светом определенной длины волны. Ключевым звеном в этом процессе является генерация фотосенсибилизатором цитотоксического синглетного кислорода. Несмотря на существующий арсенал ФС, поиск новых соединений с улучшенными характеристиками – высокой фотостабильностью, интенсивным поглощением в области 650–800 нм и способностью к направленной доставке – остается актуальной задачей.

Особый интерес представляют цинковые комплексы производных хлорина е6 и пиррофеофорбида (рис.1). Замена протонов в центре макроцикла на ион цинка (II) позволяет существенно повысить квантовый выход генерации синглетного кислорода и улучшить фотофизические характеристики по сравнению с их металл-свободными аналогами.

Перспективным подходом к решению этой проблемы является иммобилизация фотосенсибилизаторов в упорядоченные жидкокристаллические (ЖК) матрицы. Особую значимость приобретает молекулярный дизайн самих комплексов. Введение в их структуру алифатических заместителей, таких как фитольные или пентадецильные "хвосты", обеспечивает их

эффективную совместимость с ЖК-средами и способствует самоорганизации, создавая тем самым гибридные материалы с управляемыми характеристиками. Таким образом, разработка и всестороннее исследование жидкокристаллических систем на основе цинковых комплексов хлорина е6 и пиррофеофорбида представляет собой высокоактуальное научное направление, лежащее на стыке координационной химии, материаловедения и биомедицины и открывающее путь к созданию нового поколения эффективных и управляемых систем для фотодинамической терапии.

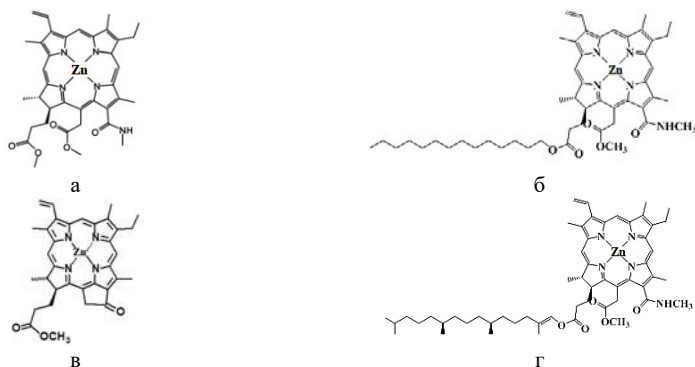
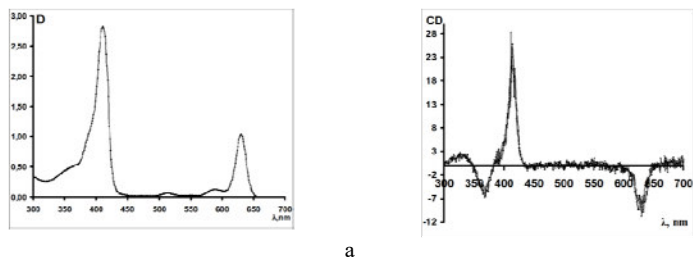


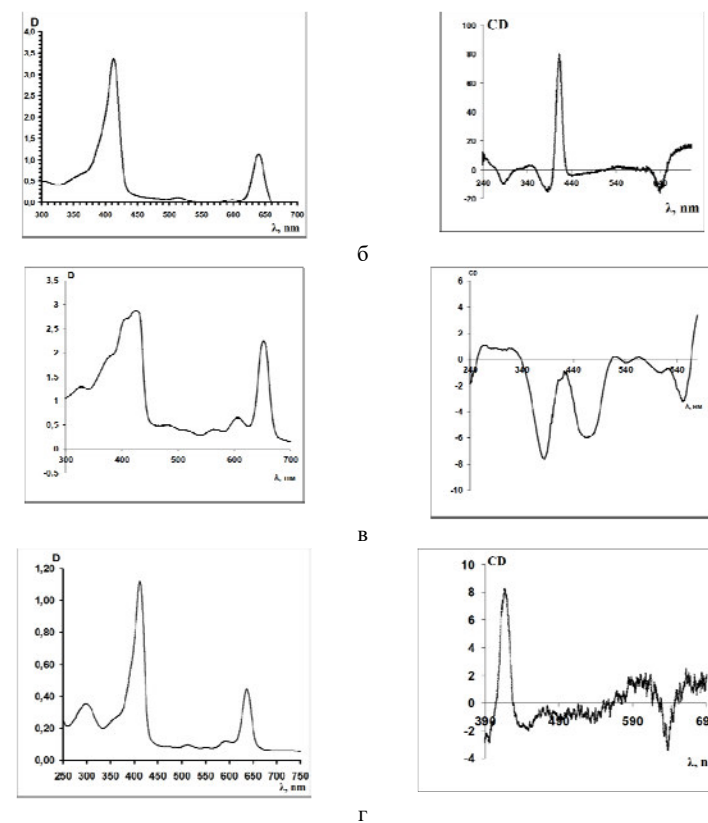
Рисунок 1. Структурные формулы Zn-комплексов: а-13(N)-метиламид-15,17-диметилхлорина е6 (Zn-МАХл); б-13(N)-метиламид-(15-метил-17-пентадецилового)эфира хлорина е6 (Zn-ПДХл); в- пиррофеофорбида (Zn- ПФ); г-13(1)-N-метиламид-(15-метилового-17-фитилового) эфира хлорина е6 (Zn-ФХл)

Металлокомплексы природных макрогетероциклов (МГЦ), таких как производные хлорина е6 и пиррофеофорбида, вызывают особый интерес среди хиральных допантов, вследствие их высокой оптической активности и апланарности. В связи этим в работе первым этапом исследований явилось изучение электронных спектров поглощения (ЭСП) и кругового дихроизма (КД) растворов Zn-комплексов производного хлорина е6 и пиррофеофорбида.

На рис.1.представлены экспериментальные ЭСП и электронные спектры кругового дихроизма (КД) допантов при различных концентрациях в хлороформе.



а



г

Рисунок 1. Экспериментальные спектры КД и ЭСП допантов в хлороформе при 25°C: а - Zn-МАХл; б- Zn -ПДХл; в- Zn- ПФ; г- Zn-ФХл

Все исследованные цинковые комплексы проявляют выраженную оптическую активность, что подтверждено измерениями удельного оптического вращения (табл.1). Zn-ФХл проявляет оптическую активность в большей степени в сравнении с другими допантами.

Таблица 1 – Удельные углы оптического вращения исследуемых допантов

Допант	$[\alpha]$, °
Zn-МАХл	483,5
Zn -ПДХл	325,7
Zn- ПФ	-10,91
Zn-ФХл	645,47

Полученные результаты подтверждают, что дальнейшая модификация жидких кристаллов оптически активными добавками представляет мощный инструмент для получения современных функциональных материалов на базе спиральных жидких кристаллов (ЖК) для конструирования электрооптических устройств отображения информации, гибких магнитов, хиральных дифракционных решеток, микролинз, высокочувствительных и селективных сенсоров, молекулярных моторов, реакционных сред для проведения энантиоселективных реакций.

ФОРМИРОВАНИЕ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ ЗАГРУЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОТЕМПЛАТОВ

Перцева В.А., Ланцова Е.А.

Тульский государственный университет
Научно-исследовательский центр «БиоХимТех»
Научный руководитель – к.х.н., доцент Каманина О.А.

Актуальность. Пористые силикатные материалы занимают важное место среди загрузочных материалов благодаря совокупности уникальных физико-химических свойств, включая высокую пористость, малую плотность, термостойкость и химическую стойкость [1]. Эти характеристики определяют их широкое применение в разнообразных областях, таких как адсорбция, фильтрация, каталитические процессы, а также в системах доставки лекарств [2]. Введение в силикатные материалы алюминия позволяет увеличить площадь поверхности и добиться более эффективных матриц по показателям загрузочной и десорбционной способности. Кроме того, применение клеток микроорганизмов позволит уменьшить диффузионные затруднения при десорбции активных веществ, поскольку размер клеток превышает размер мицелл традиционного используемого для формирования пор поверхностно-активного вещества – цетилтриметиламмонийбромида.

Цель исследования – изучение морфологии алюмосиликатных образцов, сформированных с использованием клеток микроорганизмов и изучение загрузочной способности материалов по отношению к молекулам антисептического вещества – октенидина дигидрохлорида.

Материалы и методы исследования. Алюмосиликатные материалы были сформированы при использовании клеток дрожжей *Ogataea polymorpha* ВКМ Y-2559 и бактерий *Paracoccus yeei* ВКМ В-3302 в сочетании с метилтриэтоксисиланом (МТЭС) и тетраэтоксисиланом (ТЭОС) в объемных соотношениях 85/15 и 50/50, соответственно, при дальнейшем добавлении нитрата алюминия 2 масс.%. Удаление клеток микроорганизмов производилось при постепенном повышении температуры – при 50°C материалы выдерживались в течение 12 часов, затем при 150°C – 24 ч, и при 620°C – 5 часов. Структура поверхности образцов материалов была изучена с помощью метода сканирующей электронной микроскопии. Загрузка октенидина дигидрохлорида (ОКТ) определена методом УФ-спектроскопии при длине волны 280 нм.

Результаты исследования. Морфология образцов композитных материалов после высокотемпературного отжига была изучена с использованием сканирующей электронной микроскопии (рис.1). Использование клеток бактерий *Paracoccus yeei* приводит к формированию плотного материала, состоящего из сфер диаметром менее 1 мкм. На поверхности наблюдаются как мелкие, так и крупные поры (рис. 1А).

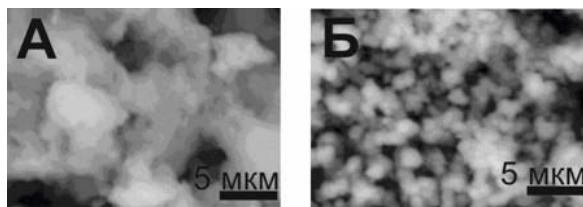


Рисунок 1. Сканирующая электронная микроскопия алюмосиликатных материалов, синтезированных с использованием клеток микроорганизмов: А – бактерий, Б – дрожжей. Бар-метка – 5 мкм

Использование клеток дрожжей *Ogataea polymorpha* как темплатов приводит к получению материала, сформированного из множества сфер диаметром до 2 мкм, рыхло соединенных между собой (рис.1Б). Оба образца являются материалами с достаточно воспроизводимой морфологией.

В полученные образцы была осуществлена сорбция раствора октенидина дигидрохлорида (титр 5 мг/мл), который является четвертичным аммониевым соединением, обладающим широкой антибактериальной активностью. Результаты сорбции определены с помощью УФ-спектрофотометра. Материал, сформированный с использованием клеток бактерий, сорбирует 78,97% ОКТ, в то время как материал, сформированный с клетками дрожжей, способен загружать 62,76% ОКТ.

Выводы. При синтезе алюмосиликатных материалов с использованием клеток микроорганизмов и их последующем отжиге происходит формирование пористых материалов, состоящих из сферических частиц, при этом использование клеток бактерий приводит к формированию сфер меньшего диаметра, чем при использовании клеток дрожжей. Определена возможность сорбции октенидина дигидрохлорида в образцы матриц. Материал, полученный при использовании клеток *Paracoccus yeei* обладает большим значением сорбционной емкости и представляет интерес для дальнейших исследований по формированию антимикробных материалов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания по теме «Химическая, биологическая и наноструктурная модификация функциональных материалов как стратегия борьбы, изучения свойств и подходов к практическому использованию микробных биопленок» (FEWG-2024-0004).

Список литературы

1. Preparation of high performance porous SiC ceramic membrane support using zeolite and alumina as sintering additives // N. Santra, N. Kayal // Materials Science and Engineering: B. – 2024. – V. 303. – P. 117311.
2. Our contributions to applications of mesoporous silica nanoparticles // M. Vallet-Regí // Acta Biomaterialia. – 2022. – V. 137. – P. 44-52.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ХЛОРА ИЗ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ

Липин В.А., Софронова Е.Д.

Высшая школа технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна
Кафедра физической и коллоидной химии

Диоксины представляют собой класс стойких полигалогенированных ароматических углеводородов, которые вызывают широкий спектр токсических реакций у экспериментальных животных, включая репродуктивную, эндокринную, онтогенетическую и иммунологическую токсичность, а также канцерогенность. Диоксины производятся в ходе различных промышленных процессов, одним из которых является отбелка целлюлозной массы.

Имеет место серьезная обеспокоенность по поводу воздействия диоксинов при использовании как упаковки пищевых продуктов, так и санитарно-гигиенических изделий (СГИ) с применением целлюлозы – салфеток, полотенец, платков, туалетной и косметической бумаги, одноразового постельного и медицинского белья, пеленок, санитарных пакетов, памперсов и т.п., содержащих целлюлозную массу или изделия на ее основе, такие как вискоза, отбеленные хлорсодержащим реагентом. Изделия, содержащие вискозу, в частности, тампоны, должны не содержать или содержать в крайне малых количествах соединения хлора. Воздействие соеди-

нений хлора и диоксинов, в частности, при использовании тампонов является причиной эндометриоза и потенциально других заболеваний репродуктивного тракта [1].

Целлюлоза, основной материал, используемый в производстве СГИ, отбеливается для повышения её белизны. СГИ используются при длительном контакте с кожей и содержащиеся в них химические вещества оказывают вредное воздействие на организм человека. Соединения хлора содержатся в СГИ, они могут растворяться в биологических жидкостях, таких как пот, и впитываться через кожу [2].

В настоящее время основным целлюлозосодержащим сырьем для СГИ является хлопок. Однако современная мировая практика такова, что роль древесной целлюлозы, используемой в производстве СГИ неуклонно растет. Это связано с тем, что производство хлопковой с каждым годом сокращается, а ее стоимость увеличивается.

Несмотря на желание потребителей целлюлозы для СГИ иметь конечный продукт, не содержащий соединения хлора, полностью достичь этого не удастся в силу использования соединений хлора в отбелке, как необходимого для этой цели химиката при переработке древесного целлюлозосодержащего сырья [3].

При производстве как упаковки пищевых продуктов, так и СГИ с применением целлюлозы особое внимание их производителями уделяется содержанию в них адсорбируемых органических галогенидов (АОХ). АОХ в основном образуется при взаимодействии лигнина с хлорсодержащим отбеливающим реагентом в процессе отбелки. АОХ, образующийся в процессе отбелки, считается наиболее важным общепринятым параметром оценки потенциального вреда, оказываемого на качество целлюлозы и на окружающую среду. Предельные значения содержания АОХ в целлюлозе не регламентированы, однако беспокойство потребителей на этот счет присутствует и стоимость целлюлозы в зависимости от этого содержания тоже отличается. В странах ЕС (EDANA) и США (FDA) существуют рекомендации по ограничению их содержания в целлюлозе для этой цели. Существует и соответствующая маркировка. Поставщики СГИ на мировой рынок стараются покупать только ту целлюлозу, которая произведена в соответствии с указанными рекомендациями. Для новых составов, которые отличаются от ранее продаваемых, предлагается проводить добровольный анализ риска и предоставлять клинические данные.

В РФ до настоящего времени отсутствуют нормативные документы, позволяющие маркировать продукцию, как «выработанную по экологически безопасной технологии». Указанное обстоятельство не только снижает конкурентоспособность высококачественной российской целлюлозно-бумажной продукции, но и не стимулирует внедрение прогрессивных технологических процессов. Созданное положение свидетельствует об актуальности разработки отечественного стандарта по определению содержания хлорорганических соединений в целлюлозно-бумажной продукции, который будет объективно характеризовать это качество в соответствии с современными международными требованиями, тем самым способствуя объективной оценке и повышению ее конкурентоспособности.

Большинство используемых в промышленности схем отбелки древесной целлюлозы не позволяет полностью избежать образования хлорорганических соединений, поскольку хлорорганические соединения всегда образуется в качестве промежуточного продукта в реакциях взаимодействия диоксида хлора с лигнином. Остаточное содержание этих соединений в целлюлозе представляет собой проблему для целого ряда областей применения целлюлозы, включая получения материалов, контактирующих с кожей человека [4].

Образование АОХ и его переход в получаемую целлюлозу может быть минимизирован в результате перехода на так называемые «зеленые» технологии отбелки, где основными отбеливающими веществами являются озон, кислород, а предварительной операцией является обработка пульпы ферментными препаратами.

Был проведен анализ целлюлозы, изготовленной на российских предприятиях, перерабатывающих древесное сырье на целлюлозу по сульфатному способу с использованием термического метода, согласно ISO 11480:2017. Было установлено, что, в зависимости от схемы отбелки и качества используемого древесного сырья содержание АОХ в белой целлюлозе

может находиться в диапазоне от 40 до 250 мг/кг целлюлозы.

В результате анализа существующих в РФ технологических схем отбелки, используемых на целлюлозно-бумажных комбинатах, перерабатывающих древесное сырье по сульфатной технологии, было установлено, что схемы отбелки с кислородной делигнификацией на начальных стадиях позволяет получать целлюлозу с содержанием АОХ в пределах 150 мг/кг целлюлозы.

Список литературы

1. DeVito M. J., Schechter A. Exposure assessment to dioxins from the use of tampons and diapers // *Environmental Health Perspectives*, 2002. Vol. 110(1). P. 23–28. DOI: 10.1289/ehp.0211023
2. Wada T., Iwasaki K., Minobe Y., Wada M., Imai S., Ishii S. Proposal of a flow scheme for the chemical form-based quantitative analysis of chlorine compounds in pulp for sanitary products and verification of safety // *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 2017. Vol. 91. P. 109-116. DOI: 10.1016/j.yrtph.2017.10.009
3. Ragnar M., Torngren A. Ways to reduce the amount of organically bound chlorine in bleached pulp and the АОХ discharges from ECF bleaching // *Nordic Pulp & Paper Research Journal*, 2002. Vol. 17(3). P. 234-239. DOI: 10.3183/npprj-2002-17-03-p234-239
4. Afsahi G., Rojalin T., Vuorinen T. Chemical characteristics and stability of eucalyptus kraft pulps bleached with tertiary amine catalyzed hypochlorous acid // *Cellulose*, 2019. Vol. 26. P. 2047–2054. DOI: 10.1007/s10570-018-2172-x

ВЛИЯНИЕ РАСТВОРИТЕЛЕЙ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО СИНТЕЗА АЛЮМОСИЛИКАТОВ НА ОСНОВЕ КЛЕТОЧНЫХ ТЕМПЛАТОВ

Перцева В.А.

Тульский государственный университет

Научно-исследовательский центр «БиоХимТех»

Научный руководитель – к.х.н., доцент Каманина О.А.

Актуальность. Исследование алюмосиликатов в качестве сорбирующей матрицы имеет большое значение для разработки инновационных систем доставки антибактериальных агентов, способных преодолеть ограничения существующих методов. Современные системы часто сталкиваются с проблемами низкой биодоступности, недостаточной концентрации действующего вещества или его токсичности при избыточном количестве [1]. Алюмосиликаты, благодаря своей уникальной multifunctionality – включая высокую площадь поверхности, разнообразную пористую структуру, возможность химической модификации и природную биосовместимость – являются перспективным материалом для решения задач персонализированной медицины [2]. Их способность к контролируемому высвобождению активных веществ, защите от деградации как антибактериального агента, так и самого материала повышают эффективность действия антисептика на широкий спектр микроорганизмов, преодолевая проблему резистентности. А понимание характера взаимодействия алюмосиликата с конкретным растворителем и влияние его на инкапсуляцию клеток микроорганизмов для формирования равномерной высокопористой структуры позволит целенаправленно синтезировать материалы с заданными характеристиками.

Цель исследования – оценить влияние состава растворителя на морфологию алюмосиликатных материалов, синтезированных с использованием клеток бактерий как темплатов.

Материалы и методы исследования. Формирование алюмосиликатных материалов проводилось в щелочных условиях с использованием клеток бактерий *Paracoccus yeii* ВКМ В-3302, тетраэтоксисилана (ТЭОС) и нитрата алюминия в количестве 2 масс.%. В качестве растворителей применялись: вода, смеси вода/этанол и вода/этанол/диоксан. Удаление клеток микроорганизмов осуществлялось выдерживанием материалов при последовательном повышении температуры – 12 ч при 50°C, 24 ч при 150°C и 5 ч при 620°C. Морфология поверхно-

сти сформированных материалов анализировалась с помощью сканирующей электронной микроскопии.

Результаты исследования. Структура поверхности алумосиликатных материалов до отжига и после изучалась методом сканирующей электронной микроскопией (рис. 1).

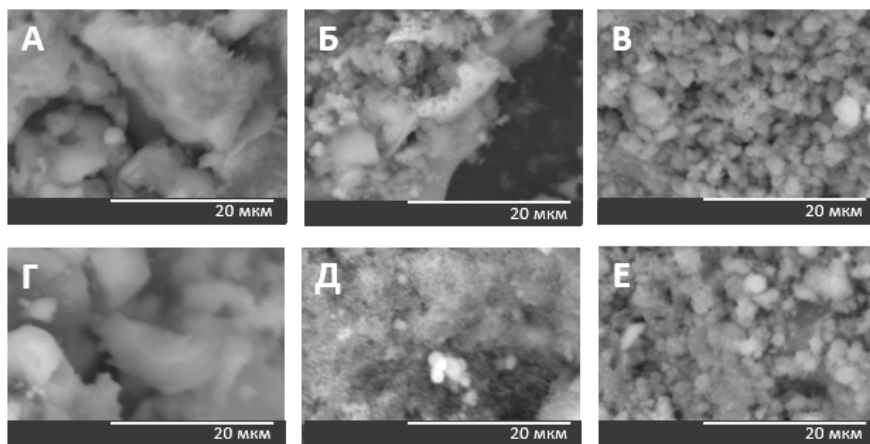


Рисунок 1. Сканирующая электронная микроскопия алумосиликатных материалов до отжига (А, Б, В) и после (Г, Д, Е) с использованием разных растворителей: А, Г – вода; Б, Д – вода, этанол; В, Е – вода, этанол, диоксан. Бар-метка – 20 мкм.

Использование разных растворителей при синтезе алумосиликатов влияет на морфологию материала: вода способствует образованию крупных, относительно гладких частиц с наименьшей пористостью по сравнению с остальными материалами (рис. 1 А, Г), при добавлении этанола частицы становятся мельче и более пористыми (рис. 1 Б, Д). Наиболее упорядоченная структура материала наблюдается при сочетании трех видов растворителей – воды, этанола и диоксана, материал обладает развитой поверхностью и состоит из сферообразных частиц диаметром до 2 мкм, которые являются алумосиликатным каркасом на инкапсулированных клетках бактерий (рис. 1 В, Е). Такое распределение частиц материала при данной вариации растворителей можно объяснить влиянием на скорость гидролиза ТЭОС, а использование диоксана, вероятно, способствует лучшему смешиванию реагентов и предотвращению агрегации на ранних стадиях синтеза. На морфологию материалов также влияет отжиг, до отжига алумосиликаты представляют собой порошки, состоящие из слипшихся частиц, а отжиг приводит к укрупнению частиц и изменению пористости по причине спекания.

Выводы. Оптимизация состава растворителя (вода, этанол, диоксан) позволяет контролировать морфологию и дисперсность алумосиликатных материалов, синтезированных на основе клеток *Paracoccus yeei*, формируя структуру с высокой удельной поверхностью. Данный подход открывает перспективы для создания сорбентов и систем доставки антибактериальных агентов с улучшенными характеристиками.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 25-23-00410, <https://rscf.ru/project/25-23-00410/>).

Список литературы

1. Современные наноносители как фактор повышения биодоступности и фармакологической активности флавоноидов / Я. Ф. Зверев, А. Я. Рыкунова // Биотехнология. – 2022. – Т. 38, № 1. – С. 47-68.

2. Наноархитектоника слоистых алумосиликатов как основа создания новых функциональных материалов для решения актуальных задач медицины и экологии / О.Ю. Голубева, Ю.А. Аликина, Е.Ю. Бразовская // Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Технические науки. – 2023. V. 14. – № 1. – Р. 74-80.

НАНОЧАСТИЦЫ ЦИНКА: СВОЙСТВА И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА

Постоев Н.Д., Ларин С.Л., Курилова О.О.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра фармакогнозии и фармацевтической технологии

Актуальность исследования. В настоящее время препараты, содержащие в своем составе цинк, вызывают повышенный интерес благодаря своим разнообразным и многочисленным свойствам: иммуномодулирующим, противовоспалительным, антибактериальным, солнцезащитным, противоопухолевым и др. Перевод частиц цинка в наноформу открывает новые перспективы для их применения. Использование наноразмерных частиц способно повысить эффективность лекарств, улучшить их усвоение организмом и снизить необходимые дозировки, что может привести к уменьшению производственных расходов для фармпредприятий и экономических затрат на лечение.

Цель исследования. Изучить современные методы синтеза наночастиц цинка, их свойства и возможности оптимизации технологии получения.

Материалы и методы исследования. Контент-анализ, сбор и анализ научной литературы, методика получения наночастиц оксида цинка, адаптированная под внедрение в мягкую лекарственную форму.

Результаты исследования. Наночастицы цинка, обладающие большим количеством полезных свойств, в последние годы вызывают немалый интерес. Они входят в тройку самых производимых наноматериалов, наряду с диоксидом титана и кремния [2]. Широкое применение наночастицы цинка нашли в солнцезащитных кремах, где они эффективно поглощают ультрафиолетовое излучение [7,8]. Кроме того, рассматривается возможность их использования для защиты упаковки от вредных микроорганизмов за счет наличия антибактериальных свойств [4,6].

Существует два основных способа получения наночастиц цинка: традиционный химический синтез и более современный «зеленый синтез», использующий растительные экстракты. Химический метод, появившийся раньше, является более распространенным в научных исследованиях, как российских, так и зарубежных. Он предполагает использование трех основных компонентов: исходного вещества (прекурсора), растворителя и стабилизатора. «Зеленый синтез» стал актуальным в последнее время, благодаря растущему спросу на безопасные и экологически чистые материалы, не вызывающие раздражения кожи. Этот метод использует растительное сырье в качестве основного компонента для получения наночастиц оксида цинка, что требует тщательного подбора подходящего растительного экстракта [2].

Большое количество исследователей, занимающихся проблемами разработки новых лекарственных препаратов на основе нанотехнологий, свидетельствуют о высокой перспективности наночастиц оксида цинка, для которых отмечают наличие антибактериальных, противоопухолевых, иммуномодулирующих свойств. При сравнении наночастиц оксида цинка с наночастицами серебра и золота установлена их более высокая стабильность (агрегативная, физическая, химическая, каталитическая), значительно меньшая токсичность [1,3], хорошие солнцезащитные свойства [1].

Существуют микроэлементы, которые действуют как иммуномодуляторы. Значительная роль в сохранении клеточного иммунитета и усилении защитных функций организма принадлежит цинку в его иммунной форме, который регулирует функционирование всех звеньев врожденного и приобретенного иммунитета [5].

При создании препарата для ветеринарии в опытах *in vivo*, проведенных Струк М.С., показана возможность использования наночастиц цинка для лечения ряда инфекционных за-

болеваний в комплексе с другими средствами, так как происходит нормализация гематологических и биохимических показателей крови у телят [5].

Многочисленные исследования свидетельствуют о значимости наночастиц цинка как активдействующего компонента в различных лекарственных препаратах, поэтому наши текущие исследования направлены на модификацию существующей методики производства наночастиц, что позволит интегрировать их в мягкие лекарственные формы.

Выводы. В настоящее время исследования в области нанотехнологий являются одним из перспективных направлений медицины. Наночастицы цинка имеют множество применений, что стимулирует поиск различных способов и вариантов модификации их структуры, что позволит создавать наночастицы с улучшенными свойствами, биосовместимостью и адаптировать их для введения в различные формы препаратов.

Список литературы

1. Антибактериальные и физико-химические свойства наночастиц серебра и оксида цинка / Р. И. Довнар, С. М. Смотров, С. С. Ануфрик [и др.] // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2022. – Т. 20, № 1. – С. 98-107.
2. Кукунова, Ж. А. Современные методы синтеза наночастиц оксида цинка / Ж. А. Кукунова, Б. Р. Таусарова // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 9-5(77). – С. 76-79.
3. Наночастицы оксида цинка. Антиоксидант или генератор АФК? / О.А. Воробьева, А.А. Павинская, А.В. Кочубейник [и др.] // Биорадикалы и антиоксиданты. – 2019. – Т. 6, №2. – С. 5-20.
4. Получение и применение нанооксида цинка для антибактериальных покрытий / К.Т. Фам, А.Г. Сырков, М.О. Силиванов, К. К. Нго // Цветные металлы. – 2023.-№ 9 (969). – С. 51-56
5. Струк, М.С. Действие препарата на основе наночастиц цинка «Иммунонаноцинк» на основные показатели крови и иммунитет / М. С. Струк // Эпизоотология, иммунобиология, фармакология и санитария. – 2020. – № 1. – С. 45-51.
6. Таусарова, Б.Р. Модификация целлюлозных текстильных материалов наночастицами оксида цинка и исследование их антибактериальных свойств /Б.Р. Таусарова, И.М. Джуриная //Российские нанотехнологии. – 2022.- № 3, Т. 17.-С. 378-384
7. Чем мельче частицы, тем лучше фильтр [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/3396748>. (Дата обращения: 20.09.2025г.)
8. Оксид цинка [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://inside-our-products.loreal.com.ru/ingredients/oksid-cinka>. (Дата обращения: 23.09.2025г.)

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭТАП ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ НОСИТЕЛЕЙ

Соколова А.В., Ожимкова Е.В.

Тверской государственный технический университет
Кафедра биотехнологии, химии и стандартизации

Актуальность. Ключевую роль в обеспечении экономической безопасности в долгосрочной перспективе играют технологии получения возобновляемых и доступных энергетических носителей, позволяющих значительно снизить потребление природного газа, нефти и каменного угля. На сегодняшний день широко известно большое разнообразие инженерных решений, направленных на получение этанола из различных природных источников – сахаро- и крахмалосодержащих субстратов, лигноцеллюлозных отходов, культур макро- и микроводорослей.

Особый научный интерес представляет переработка лигноцеллюлозных материалов, поскольку, во-первых, открывается возможность проектирования безотходных предприятий, трансформирующих растительную биомассу в ценные коммерческие продукты, а во-вторых,

снижается нагрузка на продовольственный сектор (ключевой недостаток технологий получения биоэтанола первого поколения). Кроме того, целлюлозосодержащее сырье является дешевым, повсеместно распространенным, быстро возобновляемым источником углерода для этанолсинтезирующих микроорганизмов.

Несмотря на то, что использование лигноцеллюлозных материалов характеризуется большим потенциалом для развития экономически целесообразных методов получения возобновляемых источников энергии, работа с подобными субстратами сопряжена с рядом технологических сложностей, что требует тщательной проработки и оптимизации ключевых этапов процесса. Данные барьеры в первую очередь обусловлены особенностями пространственной организации молекул лигноцеллюлозы, представляющими собой прочную трехмерную матрицу, устойчивую к внешним воздействиям [1].

Химический состав лигноцеллюлозных материалов варьируется в зависимости от источника выделения, однако тремя основными полимерными структурами неизменно являются лигнин, целлюлоза и гемицеллюлоза. Роль защитной оболочки, «клея», стабилизирующего фибриллы целлюлозы, играет лигнин, удаление которого на этапе предварительной обработки субстрата крайне важно для обеспечения дальнейшей эффективности процесса ферментативного гидролиза «сложного» углеводсодержащего сырья до простых сахаров [2].

Цель исследования – подбор эффективного технологического режима предварительной обработки лигноцеллюлозных субстратов (на примере льняной костры) перед внесением ферментных препаратов с использованием комбинированного физико-химического воздействия на сырье.

Материалы и методы исследования. В качестве лигноцеллюлозного материала в работе использован крупнотоннажный отход переработки льняной культуры – льняная костра. Перед оценкой эффективности комбинированных методов воздействия на материал субстрат подвергнут предварительной очистке от крупных механических примесей и измельчен до размеров 0,3-0,6 мм. Предварительная обработка льняной костры традиционным химическим агентом, раствором азотной кислоты, была осуществлена двухступенчато (продолжительность каждого этапа – 120 мин.) с понижением концентрации кислоты с 4 до 1% соответственно. Изучение эффективности обработки льняной костры ультразвуковым воздействием осуществлялось на гомогенизаторе Bandelin Sonopulse HD 3200. Оценка выбранных методов физико-химического воздействия на лигноцеллюлозный материал была произведена на основании сравнительного анализа химического состава (содержание целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина) субстрата до и после предварительной обработки.

Результаты исследования. Химический состав льняной костры до тестирования методов предварительного воздействия представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав льняной костры

Образец	Массовая доля компонента в образце, %			
	Целлюлоза	Пентозаны	Лигнин	Зола
Костра льна	42,9	34,1	19,1	3,8

В результате эксперимента исследованы образцы, полученные по нижеописанным схемам.

Образец 1. Предварительное измельчение льняной костры до размеров 0,3-0,6 мм; растворение высушенной навески льняной костры в дистиллированной воде в соотношении 1:20; ультразвуковая обработка суспензии на гомогенизаторе Sonopulse HD 3200 (Bandelin electronic, Германия), оборудованным насадкой MS 72.

Образец 2. С сохранением последовательности этапов и установленных соотношений, указанных для образца 1, в качестве среды для диспергирования порошка льняной костры использован разбавленный раствор азотной кислоты.

Время облучения сырья при получении образцов №1 и №2 составляло 60 минут, значения амплитуды – 65%, температурный режим – 55°C.

Образец 3. Предварительное измельчение льняной костры до размеров 0,3-0,6 мм; двухэтапная обработка субстрата растворами азотной кислоты с содержанием кислоты 1 и 4 мас. % соответственно.

Эффективность метода оценена по изменению процентного содержания структурных компонентов в материале, результаты экспериментов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав продуктов предварительной обработки льняной костры

Образец	Массовая доля компонента в образце, %			
	Целлюлоза	Пентозаны	Лигнин	Зола
Образец 1	72,5	16,8	8,1	2,6
Образец 2	79,1	10,9	7,8	2,2
Образец 3	76,5	12,9	8,3	2,3

Выводы. Поиск альтернативных методов предварительного воздействия на лигноцеллюлозные материалы представляет большой интерес в связи с существенными недостатками традиционных технологий: несмотря на доступность и простоту метода использования растворов кислот, их применение сопряжено с накоплением в среде ингибиторов спиртового брожения – фурфурола и его производных, что существенно снижает общую эффективность процесса синтеза биоэтанола и приводит к увеличению эксплуатационных и капитальных вложений. Как видно из данных, представленных в таблице 2, использование более «мягкого» ультразвукового воздействия позволяет сохранять эффективность извлечения целлюлозы и удаления лигнина и гемицеллюлозных фрагментов, достигаемых при традиционной кислотной обработке материала, при этом решается проблема необходимости удаления из среды соединений, обладающих токсичным действием на метаболическую активность культуры продуцента.

Список литературы

1. Tran, T.T. Bioethanol production from lignocellulosic biomass / T.T. Tran, T.P. Mai // Alcohol fuels - current technologies and future prospect. – London: IntechOpen, 2020. – Ch. 4
2. Bioethanol production from renewable raw materials and its separation and purification: a review. / A. Busic [et al.] // Food technology and biotechnology. – 2018. – №3. – P. 289–311.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛИПАЗ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ *GALLERIA MELLONELLA*

Спиридонова С. А.

Тверской государственный университет

Кафедра биохимии и биотехнологии

Научный руководитель - к.б.н., доцент Прутенская Е.А.

Актуальность. Липазы гусениц способны разрушать сложные воска и фосфолипиды, протеазы разрушают белки бактерий и повышают иммунитет. В сравнении с микробиологическими ферментами, липазы насекомых получены из эукариотических клеток, что делает механизм их действия схожим с липазами других организмов.

Цель исследования – Получение ферментного комплекса, содержащего липазы, протеазы, а также тирозиназы.

Материалы и методы исследования. Кислотным числом (I_A) называют количество калия гидроксида, выраженное в миллиграммах, необходимое для нейтрализации свободных кислот, содержащихся в 1 г испытуемого образца. Данный показатель определяется при анализе жиров и жирных масел.

Кислотное число (I_A) вычисляют по формуле:

$$I_A = \frac{V \cdot 5,611}{a},$$

где V - объём 0,1 М раствора натрия гидроксида или 0,1 М раствора калия гидроксида, израсходованный на титрование, мл;
 a - навеска испытуемого вещества, г;
 $5,611$ - количество калия гидроксида, соответствующее 1 мл 0,1 М раствора натрия гидроксида или 0,1 М раствора калия гидроксида [1].

Различают липазный катализ, как в среде реагентов, так и в среде органического растворителя [2].

В данной работе так же проводили ферментативные реакции липаз. В качестве растворителей выступали гексан и вода, их смешивали со спиртом. Титрование проводили спиртовым раствором гидроксила калия 0,1 моль/дм³.

Пробу готовили из замороженных гусениц и ПЖВМ (продукты жизнедеятельности восковой моли), взятых при комнатной температуре. Гусениц измельчали в ступке. Затем взвешивали 1 г гусениц и 1 г ПЖВМ. Далее опыты подразделялись на два в зависимости от растворителя – воды или гексана.

В первом случае к пробе после прохождения реакции в водной фазе добавляли 25 мл смеси толуола и спирта, в которой 10 мл толуола и 15 мл спирта. Ко второй пробе также добавляли смесь с растворителем в том же соотношении – гексана 10 мл, спирта 15 мл. Однако во втором случае, растворитель приливался до проведения реакции.

Пробы с растворителями ставили в термостат для прохождения реакции, температура варьировалась от 30 до 40 градусов, время от 40 до 80 минут.

Полученные растворы титровали раствором гидроксила калия в присутствии фенолфталеина 1 мл до ярко-розового окрашивания. По формуле для кислотного числа оценивали эффективность проведения реакции.

Результаты исследования. В связи с тем, что гусеницы пчелиной моли живут на мерве, то они обладают ферментативной системой, способной частично разрушить пчелиные соты.

Первым этапом исследования стало изучение кислотного числа объектов исследования: воска пчелиного, ПЖВМ и личинки пчелиной моли (таблица 1).

Таблица 1 – Кислотное число объектов исследования

Название объекта	Воск пчелиный	ПЖВМ	Гусеницы	Смесь ПЖВМ и гусениц
Кислотное число	17,2	12,5	10,9	11,3

Наибольшее кислотное число было обнаружено в воске пчелином. В гусеницах тоже содержится большое количество полиненасыщенных жирных кислот, которые необходимы для жизнедеятельности.

В соответствии с литературными данными оптимальный диапазон работы липаз 30-40°C. Поэтому пробные эксперименты проводили при условиях: температура 30°C, соотношение твердая фаза : гомогенизат 1:1, продолжительность от 40 минут до 1,5 часа. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Значение кислотного числа в зависимости от времени и температуры при соотношении гусениц и ПЖВМ 1:1

Вещество для экстракции	Время, мин	Температура, °C	Кислотное число
толуол	40	30	12,3
толуол	60	30	12,5
толуол	80	30	12,9

В соответствии с полученными данными можно сказать, что липазы обладают ферментативной активностью по отношению к ПЖВМ, но незначительной. Липазы могут специфичны по концевым 1,3-эфирным связям триглицерида, а деструкция центральных 2-связи затруднена. В данном случае незначительная активность наблюдается и трудность может быть связана с наличием спиртов в ПЖВМ. Спирты являются ингибиторами липаз [3].

В связи с тем, что вода является нежелательным фактором при деструкции воска, то следующий этап работы стало введение растворителя в реакционную среду.

В то же время, концентрация кислотного числа от времени для воска изменяется с добавлением гексана (рисунок 1) и без него (рисунок 2).

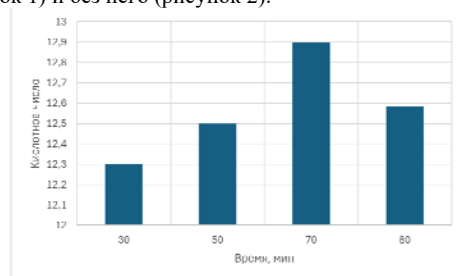


Рисунок 1 – Влияние времени обработки ПЖВМ без гексана

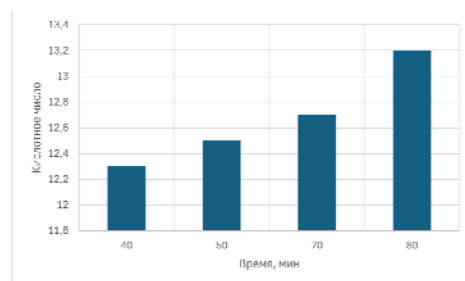


Рисунок 2 – Влияние времени обработки ПЖВМ с гексаном

Анализируя зависимости, можно сделать вывод о том, что добавление гексана влияет на протекание реакции с воском в сторону увеличения максимума кислотного числа, для ПЖВМ же он оптимум времени смещается с 50 на 80 минут, что делает реакцию более продолжительной.

Температура является одним из главных параметров, влияющим на выход в реакции переэтерификации. Чтобы определить оптимальную температуру реакции переэтерификации пчелиного воска использовали диапазон 25–45 °С. Максимальное кислотное число (23,2%) наблюдался при 40 °С, а минимальный (19,3%) при 24°С.

Выводы. Пилотный эксперимент показал, что гомогенизат личинок огневки содержит липазы. Воск является лучшим субстратом для проведения ферментативной активности. Исследования показали, что в водной среде активность липаз значительно меньше, чем в среде с органическим растворителем – гексаном. Наибольшее кислотное число было получено при 40°С, время процесса - 80 минут.

Список литературы

- Осокина, А. С. Биологические основы разведения большой восковой моли (*Galleria mellonella* L.) как источника биологически активных веществ: [монография] / А. С. Осокина, Л. М. Колбина, А. В. Гушин. – Ижевск: Издательство Анны Зелениной. - 2019 – 166 с.

- Государственная фармакопея Российской Федерации XV издания // М.: Научный центр экспертизы средств медицинского применения. – 2023. – 704с.
- Гарабаджиу, А. В. Основные аспекты использования липаз для получения биодизеля (обзор) / А. В. Гарабаджиу, В. А. Галынкин, М. М. Карасёв, Г. В. Козлов, Т. Б. Лисицкая // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета)., 2010. – 5 с.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГОТОВОГО ПРОДУКТА «НОВОКАИН» И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЕГО СООТВЕТСТВИЯ ТРЕБОВАНИЯМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ФАРМАКОПЕИ

Семенов М.А., Джанчатова Н.В.

**ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет»
Кафедра биологической и химической технологии**

Актуальность. Контроль качества новокаина, широко используемого местного анестетика, имеет первостепенное значение для обеспечения его терапевтической эффективности и минимизации риска побочных эффектов.

Цель исследования: Разработка и применение аналитических методик для оценки качества готового продукта «Новокаин» и подтверждение его соответствия требованиям Государственной фармакопеи.

Материалы и методы исследования. В ходе исследования были изучены общие сведения о новокаине, проведены аналитические исследования, включающие: определение подлинности, определение pH, определение содержания воды и количественное определение.

Результаты исследования. Для оценки качества готового продукта «Новокаин» был проведен комплекс аналитических исследований, основанных на требованиях Государственной фармакопеи (табл. 1).

Таблица 1 – Показатели контроля качества

Показатель	Норма	Метод анализа
Подлинность	Спектры поглощения испытуемого раствора и раствора СО новокаина в области от 200 до 400 нм должны иметь максимумы и минимумы при одних и тех же длинах волн.	Спектрофотометрия Аналитическая методика
	ИК-спектр субстанции в области от 4000 до 400 см ⁻¹ по положению полос поглощения должен соответствовать ИК-спектру СО новокаина.	ИК-спектрометрия, метод НПВО, ГФ РФ
	Качественная реакция с серной кислотой и 30% раствором пероксида водорода появление сиреневого окрашивания.	Качественная реакция
	На хроматограмме должны располагаться два пятна на одном уровне испытуемого раствора и раствора СО, допускается наличие других пятен на уровне или рядом с А.	Метод ТСХ, ГФ РФ
pH	От 3,8 до 4,5 (0,5% раствор)	ГФ РФ, потенциометрический

Вода	Не более 4,5%	ГФ РФ, метод К. Фишера
Цветность раствора	0,5% раствор должен быть бесцветным или выдерживать сравнение с эталоном У7.	ГФ РФ
Количественное определение	Не менее 98%	Титриметрический

Определение подлинности включало УФ-спектрофотометрию, при которой спектры поглощения испытуемого раствора новокаина и стандартного образца новокаина регистрировались в диапазоне длин волн от 200 до 400 нм на спектрофотометре, сравнение проводилось по положению максимумов и минимумов поглощения (рис. 1).

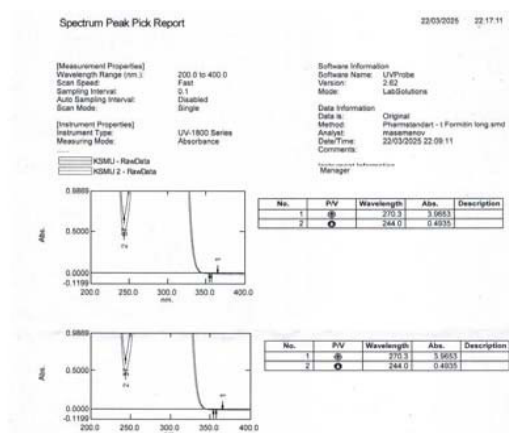


Рисунок 1. Подлинность УФ новокаина

ИК-спектрометрия подразумевала регистрацию ИК-спектров образцов в диапазоне от 4000 до 400 см^{-1} методом НПВО на Фурье-спектрометре, подлинность подтверждалась сравнением положения полос поглощения с ИК-спектром стандартного образца новокаина (рис. 2).

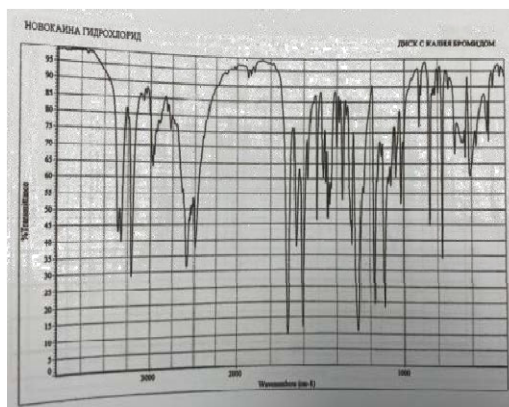


Рисунок 2. ИК-спектр новокаина

При тонкослойной хроматографии разделение компонентов проводилось на пластинах ТСХ со слоем силикагеля, в качестве подвижной фазы использовалась смесь ацетон-бензол (1:4), на линию старта наносились испытуемый раствор, раствор стандартного образца новокаина и раствор 4-аминобензойной кислоты (для контроля), после проявления пластины просматривались в УФ-свете при длине волны 254 нм, подлинность подтверждалась совпадением Rf значений испытуемого образца и стандартного образца новокаина (рис. 3).

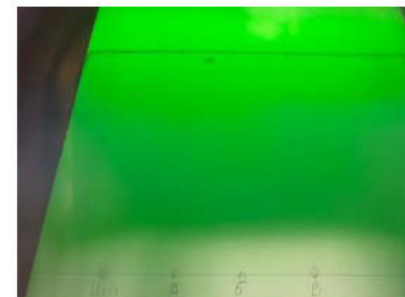


Рисунок 3. Подлинность ТСХ новокаина

Качественная реакция проводилась с серной кислотой и 30% раствором пероксида водорода, появление сиреневого окрашивания свидетельствовало о наличии новокаина.

Определение pH проводилось потенциометрическим методом на pH-метре с использованием комбинированного электрода, измерялся pH 0,5% раствора новокаина. Содержание воды определялось микрометодом Карла Фишера на титраторе, навеска препарата (около 100 мг) растворялась в метаноле и титровалась реактивом Фишера до конечной точки.

Количественное определение новокаина проводилось методом титриметрии, к испытуемому раствору добавляли хлористоводородную кислоту и бромид калия, затем титровали раствором нитрита натрия 0,1 М в присутствии индикатора, конечной точкой титрования считалось изменение окраски от красно-фиолетовой до голубой.

Выводы. Полученные результаты аналитических исследований соответствуют требованиям Государственной фармакопеи. Спектры поглощения в УФ- и ИК-областях соответствуют стандартам новокаина, результаты тонкослойной хроматографии подтверждают подлинность препарата, значение pH находится в пределах установленных норм, содержание воды не превышает допустимые значения, а количественное содержание новокаина соответствует заявленному.

Результаты проведенных исследований подтверждают соответствие исследуемого препарата требованиям нормативной документации.

Список литературы

- ГОСТ Р 52249-2009 (GMP EC) Контроль качества лекарственных средств.
- ГОСТ Р 52249-2009 Правила производства и контроля качества лекарственных средств
- Клюев М.В., Абдуллаев М.Г., Абдуллаева З.Ш., Хим.-фарм. журн. 44(8), 31 – 37 (2010); Pharm. Chem. J., 44(8), 446 – 451 (2010).
- Фармацевтический анализ / Под редакцией Г.К. Будникова и С.Ю. Гармонова. – М. : АГРАМАК-МЕДИА, 2013. – 778 с.
- Химический анализ в медицинской диагностике: монография / Под ред. Г.К. Будникова – М. : Наука, 2010. – 504 с.
- Теоретические основы биотехнологии в производстве биологически активных веществ : учебное пособие для студентов биотехнологического факультета / О. И. Басарева, Н. В. Джанчатова, Л. В. Атрешева [и др.]. – Курск : ЗАО Университетская книга, 2025. – 120 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ОБРАЗОВАНИЯ МОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ МЕТОДАМИ ПРОИЗВОДНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Черепанов И.С., Шилова М.В., Егорова А.И., Тарасова Д.А.

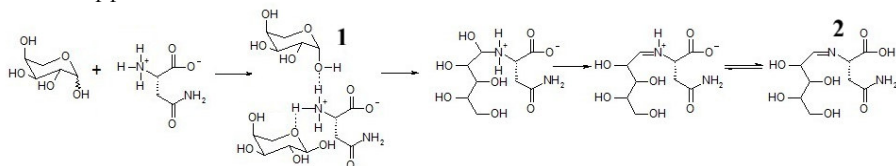
Удмуртский государственный университет
Кафедра Фундаментальной и прикладной химии

Актуальность. Молекулярное комплексообразование в настоящее время рассматривается как основной вид взаимодействия веществ в различных по составу композитах, в частности поликомпонентных донорно-акцепторных биологически активных комплексах, таких как полифенол-липидных, а также физических полимерных гидрогелей и ряде других систем. Исследование межмолекулярных взаимодействий традиционно выполняется с целью оценки структурных параметров и возможности применения комплексов в качестве потенциальных лекарственных средств. Одной из основных проблем структурных исследований межмолекулярных контактов в сложных системах является перекрытие полос поглощения при совместном присутствии близких по природе веществ, смещение максимумов и изменение интенсивности полос поглощения вследствие взаимного влияния компонентов, а также неоднородность образцов, вызывающая варьирование интенсивности. Одним из перспективных вариантов решения описанной проблемы может быть качественный и количественный анализ производных ИК-спектров [1] продуктов молекулярного комплексообразования биологически активных веществ в поликомпонентных природных и синтетических системах. Данный подход, существенно улучшая разрешение спектрального профиля, позволяет выделять изолированные сигналы с последующей оценкой их положения и относительной интенсивности, что дает возможность подтвердить участие и сравнить активность отдельных реакционных центров взаимодействующих молекул в молекулярном комплексообразовании.

Цель исследования - изучение механизмов взаимодействия биологически активных веществ (углеводов, аминокислот, биополимеров) и детализация структурообразования в условиях формирования молекулярных комплексов в природных и синтетических многокомпонентных системах с применением методов производной ИК-спектроскопии.

Материалы и методы исследования. В качестве объектов исследования использованы конденсированные продукты взаимодействия *L*-арабинозы–*L*-аспарагин в условиях реакции Майяра (90°C), выделенные из реакционных систем в различных средах: H₂O, H₂O-EtOH (1:1) и EtOH. ИК-спектры (ИК-Фурье спектрометр ФСМ-2201, спектральный интервал 900-4000 см⁻¹, разрешение 2 см⁻¹ при 60 сканах) регистрировали для образцов в форме KBr-дисков (1:200) и пленок после удаления растворителя на CaF₂-подложках постоянной рабочей площади поверхности, вторые производные спектральных полос получены в результате численного дифференцирования в окнах до 15 точек в программном пакете FSpec 4.2.0.9 с последующим сглаживанием полиномом 4 порядка.

Результаты исследования. В исследуемой системе изучали образование молекулярных комплексов при взаимодействии *L*-арабинозы с *L*-аспарагином в различных средах, моделирующем протекание реакции Майяра. Было показано, что в водной среде динамика реакции определяется формированием и последующей трансформацией молекулярного комплекса **1**, тогда как этанольные среды способствуют непосредственному образованию основания Шиффа **2**:



На рисунках 1 и 2 приведены ИК-спектр конденсированной фазы, выделенной из этанольной среды, и вторая производная спектрального интервала, включающего полосу валентных колебаний C=N-фрагментов [1].

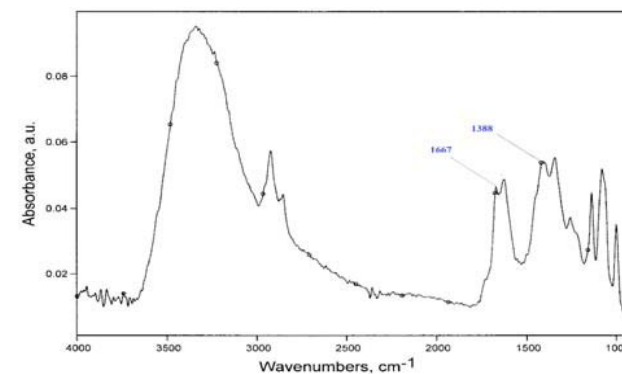


Рисунок 1. ИК-спектр поглощения продукта конденсации *L*-арабинозы с *L*-аспарагином в этанольной среде (1667 см⁻¹ – νC=N; 1388 см⁻¹ – νC-N=C)

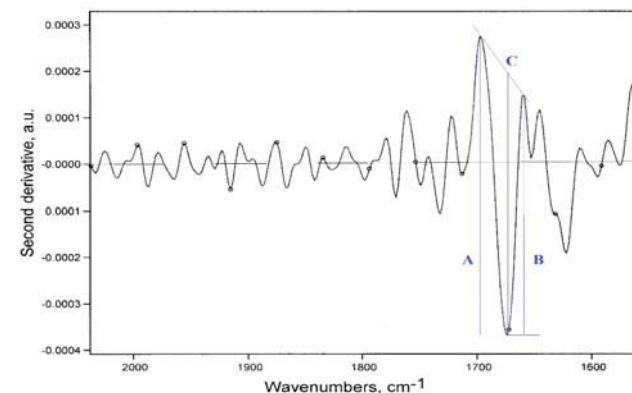


Рисунок 2. Графическая обработка контура второй производной спектральной ИК-полосы поглощения 1667 см⁻¹

Дополнительно на рисунке 2 показаны варианты количественной оценки интенсивности сигналов (peak method) в спектрах вторых производных по величинам отрезков **A**, **B** или **C**; статистическая обработка данных показывает наилучшую воспроизводимость результатов в первом случае. Соотношения вычисленных интенсивностей были использованы для сравнительного описания кинетики поздних стадий реакции Майяра в средах различной полярности.

Аналогичный подход в настоящее время развивается нами в приложении к анализу ИК-спектров твердых фаз водно-этанольных экстрактов растений Мята длиннолистной (*Mentha longifolia* L.) и Золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.), а также поликомпонентных гидрогелей на основе поливинилового спирта как платформы для последующей иммобилизации.

В первом случае актуальным представляется изучение молекулярного взаимодействия флавоноидов с другими компонентами растительного сырья. Молекулы флавоноидов распо-

лагают значительным числом гидроксильных групп, определяющих полярность, присутствие в их молекулах полярного углеводного фрагмента с гидроксильными группами обеспечивает флавоноидам высокие гидрофильные свойства и хорошую растворимость в воде и водных растворах [2]. Повышение гидрофобности является одним из необходимых условий проявления фармакологической активности флавоноидов, что характерно для некоторых полифенолов в несвязанном состоянии, в связи с чем нами изучается их молекулярное комплексобразование с биополимерами растений в экстрактах, для чего по описанному выше алгоритму выполняется анализ вторых производных спектральных полос $1495 (\nu_{C=C})$ и $1170 (\nu_{C-O}) \text{ см}^{-1}$, характерных для не входящих в состав комплексов молекул флавоноидов.

Для полимерных гидрогелей одним из важнейших структурных параметров является состояние воды: свободная, полу-связанная, внутримолекулярная и связанная вода в составе гидрогелей имеет различное положение полос $\delta_{\text{H}_2\text{O}}$ в интервале $1645-1630(\pm 5) \text{ см}^{-1}$. Смещения $1643 \rightarrow 1637 \text{ см}^{-1}$ свидетельствуют о формировании системы межмолекулярных Н-взаимодействий связанной воды в структуре гидрогелей, высокочастотные сдвиги описаны при образовании криопленок. Двойное дифференцирование и последующий анализ указанной выше спектральной области позволяет детализировать структурное состояние воды, а также количественно оценить соотношение ее типов в гидрогелях.

Выводы. Приложение метода производных ИК-спектральных интервалов к исследованию молекулярного структурообразования в природных и синтетических биологически активных системах позволяет детализировать особенности их строения и кинетики формирования в средах переменной полярности.

Список литературы

1. Черепанов И.С., Крюкова П.С. Структурно-групповой состав и рострегулирующая активность продуктов конденсации D-глюкозы с м-аминобензойной кислотой // Химия растительного сырья. – 2020. – №3. – С. 263–269.
2. Получение и возможности применения гидролизированных природных флавоноидов растительного сырья в качестве антиоксидантов синтетических полимерных материалов / В.М. Болотов, М.В. Рубцов, П.Н. Саввин [и др.] // Химия растительного сырья. – 2025. – №3. – С. 189–198.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИНТЕЗА 2,9-ДИНИТРО-6Н-ИНДОЛО[2,3-b]ХИНОКСАЛИНА КАК ИСХОДНОГО СОЕДИНЕНИЯ ДЛЯ ГАЛОХРОМНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ НОВОГО КЛАССА

Тоурчукова А.Э., Ефанов С.А.

Курский государственный университет
Кафедра химии

Актуальность. Диагностика и мониторинг бактериальных инфекций в процессе ранозаживления являются актуальными проблемами современной медицины. Для это всё чаще прибегают к использованию индикаторных перевязочных материалов, которые меняют окраску в зависимости от pH среды раны. Такие материалы являются оптическими сенсорами и способны свидетельствовать не только о бактериальной инфекции в ране, но и о степени её заживления. Всё это направлено на своевременное оказание медицинской помощи пациенту.

Как чувствительный элемент оптического сенсора можно использовать дисазокрасители, в которых азогруппа участвует в протонных переносах и реагирует на изменение pH среды, изменяя свою структуру. Особый интерес представляют азокрасители, которые содержат в своей структуре гетероциклический фрагмент, из-за возможности создания соединений с несколькими реакционными центрами, а также удлинения системы сопряженных связей. В данной связи представляется целесообразным изучить возможность синтеза динитро-6Н-индола[2,3-b]хиноксалина как исходного соединения для субстантивных дисазокрасителей нового класса [1].

Цель исследования. Изучить возможности синтеза 2,9-динитро-6Н-индола[2,3-b]хиноксалина как исходного соединения для галохромного красителя нового класса.

Материалы и методы исследования. 5-нитроизатин, 4-нитро-1,2-фенилендиамин, изатин, нитрат натрия, серная кислота, уксусная кислота, ДМФА, хромато-масс-спектрометрия, тонкослойная хроматография, инфракрасная спектроскопия.

Результаты исследования. Нами был осуществлён синтез целевого соединений согласно схеме (рис. 1). Синтез вели в двух направлениях:

Из исходного изатина нитрованием натрия в среде серной кислоты, и последовательной циклизацией 5-нитроизатина с 4-нитро-1,2-фенилендиамином в среде уксусной кислоты и 65% серной кислоты.

Циклизацией изатина с 4-нитро-1,2-фенилендиамином в среде уксусной кислоты с последующим нитрованием полученного продукта (нитрат натрия и серная кислота).

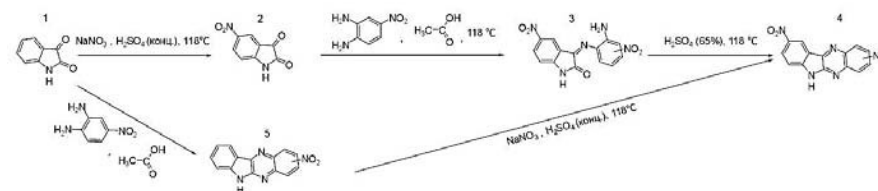


Рисунок 1. Схема синтеза динитро-6Н-индола[2,3-b]хиноксалина

Ход реакции контролировали методом тонкослойной хроматографии. Структура соединений подтверждена методом инфракрасной спектроскопии и методом хромато-масс-спектрометрии.

Вывод. Нитрование 2 (3)-нитро-6Н-индола[2,3-b]хиноксалина является более простым и доступным способом синтеза динитро-6Н-индола[2,3-b]хиноксалина, как исходного соединения для дальнейшего синтеза галохромных красителей нового класса.

Список литературы

1. Ефанов С.А. Антимикробные свойства хлопчатобумажной ткани, окрашенной субстантивным красителем стильбенового ряда / С.А. Ефанов, А.Н. Филиппова, Е.В. Грехнёва, Т.Н. Кудрявцева, Л.Г. Климова // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. Техника и технологии – 2021. – Т. 11, № 3. – С. 157-165. URL: https://swsu.ru/izvestiya/seriestechniq/archiv/3_2021.pdf
2. Жунгиету Г.И., Рехтер М.А. Изатин и его производные/ под редакцией к.х.н. Томчина А.Б.; издательство «Штиинца»-Кишинёв 1977. -227 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОМЫВНЫХ АГЕНТОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОМЫВКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СУБСТАНЦИИ ФЕПРАНОНА

Савельева Д.Д.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра биологической и химической технологии
Научный руководитель – к.б.н., доцент Басарева О.И.

Актуальность. Промывка осадка от примесей – это процесс, в ходе которого осадок, образованный в результате химических реакций или физико-химических процессов, очищается от нежелательных примесей. Эта процедура помогает получить более чистый конечный продукт, что важно для многих аналитических и производственных процессов. Особую важность приобретает процесс промывки в получении фармацевтической субстанции.

Цель исследования – провести сравнительный анализ различных промывных агентов и технологических факторов на эффективность процесса.

Материалы и методы исследования. В ходе выделения целевого продукта из реакционной смеси в производстве фебранона используют процесс фильтрации с промывкой. Эффективность процесса промывки зависит от множества факторов, которые могут варьироваться в зависимости от конкретных условий и характеристик осадка: состав осадка – химический состав и физические свойства осадка (размер частиц, форма, плотность) влияют на его поведение во время промывки; температура – температура промывочной жидкости может изменить растворимость веществ и скорость реакций, что влияет на эффективность удаления загрязняющих веществ; скорость промывки – оптимальная скорость потока промывного агента важна для достижения максимального удаления загрязняющих веществ без разрушения структуры осадка; объем промывной жидкости – количество используемой жидкости должно быть достаточным для эффективного удаления загрязняющих веществ, но не избыточным, чтобы избежать разбавления осадка; время промывки – продолжительность процесса также критична, недостаточное время может привести к неполному удалению загрязняющих веществ [1,2].

Результаты исследования. Так как фебранон легко растворим в воде, в качестве промывных агентов были выбраны некоторые растворители: ацетон и этилацетат. Проведена оценка данных промывных агентов по токсичности. Оба промывных агента требуют осторожности при работе, хорошей вентиляции производственных помещений и использования средств индивидуальной защиты. Для реализации поставленной цели был проведен анализ примесей, содержащихся в целевом продукте (соли кальция, натрия, этиловый спирт и др.). На основании полученных данных создана модель многокомпонентного осадка, который будет подвергаться промывке с использованием различных промывных агентов. Для эксперимента взяли два образца осадка массой 2 грамма. Провели расчеты коэффициентов поглощения для промывных агентов: этилацетат-43,5%, ацетон-39,5%

Выводы. Таким образом, в ходе исследования установлено, что коэффициент поглощения примесей этилацетатом больше, поэтому использовать его в синтезе в качестве промывного агента более целесообразно для сокращения времени промывки.

Список литературы

1. Промышленная экология. Часть 1.: Учебное пособие для студентов биотехнологического факультета/ Джанчатова Н.В., Басарева О.И., Лазурина Л.П., Шехине М.Т.-Курск, КГМУ, 2021. - 166 с.
2. Процессы и аппараты биотехнологических производств получения биологически активных веществ: учебное пособие для студентов биотехнологического факультета / Н. В. Джанчатова, О. И. Басарева, Л. П. Лазурина [и др.]. - Курск : ЗАО Университетская книга, 2024. - 120 с. - ISBN 978-5-907884-66-3

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АДсорбЕНТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СУБСТАНЦИИ ТРИМЕКАИНА

Саветин П.С.

Курский государственный медицинский
Кафедра биологической и химической технологии
Научный руководитель – к.б.н., доцент Басарева О.И.

Актуальность. Адсорбция – это процесс массопередачи, в котором происходит поглощения одного или нескольких компонентов из газовой смеси или раствора твердым веществом. Адсорбция характеризуется избирательностью и в большинстве случаев является обратимой, что характеризуется экологичностью процесса, так как позволяет извлекать поглощенные вещества из адсорбента через процесс десорбции практически в полном объеме. Также возможность восстановления адсорбента делает этот процесс экономически выгодным, потому что снижаются затраты на закупку, хранение и транспортировку сырья [1].

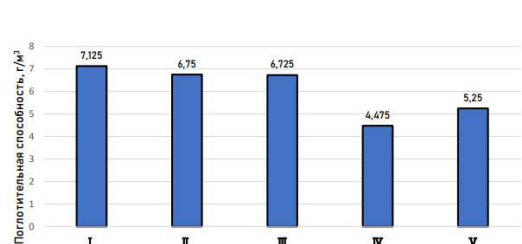
В последнее время значение адсорбционных процессов значительно увеличилось из-за растущего спроса на фармацевтические субстанции высокой чистоты.

Цель исследования – оценить влияние различных технологических факторов и типа адсорбента на эффективность очистки в производстве субстанции тримекаина

Материалы и методы исследования. Для очистки реакционной массы от примесей в производстве тримекаина использовались различные адсорбенты: активированный уголь – эффективный адсорбент, сорбирует посторонние примеси поверхностным слоем; бентонит – хорошо поглощает некоторые органические вещества, а также обладает отличными адсорбирующими свойствами для токсичных веществ; силикагель – твердый гидрофильный сорбент, который состоит из диоксида кремния, обладает высокой пористостью; цеолиты – адсорбенты, которые представляют собой высокодисперсные природные или искусственные материалы, имеющие большую удельную поверхность, где осуществляется адсорбция веществ из газа или жидкости, отличаются определенным размером пор, и потому могут поглощать и пропускать молекулы иных веществ избирательно. В настоящее время для удаления посторонних примесей из целевого продукта в химик-фармацевтической и биотехнологической промышленности может быть использована древесная мука, в частности изготовленная из березовой стружки под торговой маркой ЛР-290 [2].

Эффективность адсорбции зависит от множества факторов, к ним относятся: температура (снижение температуры способствуют улучшению поглощения молекул на поверхности адсорбента); давление (высокое давление увеличивает концентрацию молекул адсорбата, что повышает эффективность адсорбции); концентрация адсорбтива (с увеличением концентрация вещества в растворе, увеличивается возможность его адсорбции на поверхности адсорбента); свойства адсорбента (большая поверхность позволяет адсорбировать большее количество молекул); время адсорбции (длительное взаимодействие между адсорбатом и адсорбентом способствует более полной адсорбции); рН среды (для растворов, особенно водных, рН может влиять на заряд поверхности адсорбента и, как следствие, на его способность удерживать определенные молекулы).

Результаты исследования. Производство тримекаина характеризуется полной очистки полупродуктов от посторонних примесей. Для этого технологическим регламентом предусматривается применение адсорбирующего агента в виде активированного угля. В качестве примесей могут выступать избытки 2,4,6- триметиланилина, толуола, хлорацетилхлорида, хлорокси фосфора. Данные примеси могут загрязнять полупродукт и приводить к образованию побочных реакций. Провели сравнительную оценку различных адсорбентов для очистки реакционной массы от примесей в производстве субстанции тримекаина. На рисунке 1 представлена поглотительная способность различных адсорбентов.



I – активированный уголь; II – силикагель; III – цеолит; IV – катионит (КУ-2-8); V – катионит (КБ-4)

Рисунок 1. Поглощительная способность адсорбентов

Выводы: Исследуя различные адсорбирующие агенты и факторы, влияющие на эффективность очистки, мы пришли к выводу, что в химико-фармацевтической промышленности, для очистки субстанции тримекаина от примесей, целесообразно использовать активированный уголь, который обладает значительной площадью поверхности, высокой степенью пористости, химической стабильностью, селективностью, экологической безопасностью и экономичностью.

Список литературы

1. Промышленная экология. Часть 1.: Учебное пособие для студентов биотехнологического факультета/ Джанчатова Н.В., Басарева О.И., Лазурина Л.П., Шехине М.Т.-Курск, КГМУ, 2021. -166 с.
2. Процессы и аппараты биотехнологических производств получения биологически активных веществ: учебное пособие для студентов биотехнологического факультета / Н. В. Джанчатова, О. И. Басарева, Л. П. Лазурина [и др.]. - Курск : ЗАО Университетская книга, 2024. - 120 с. - ISBN 978-5-907884-66-3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССОВ ФИЛЬТРАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СУБСТАНЦИИ ИЗАДРИНА

Беляева Л.А.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра биологической и химической технологии
Научный руководитель – к.б.н., доцент Басарева О.И.

Актуальность. Фильтрация – процесс разделения суспензий или аэрозолей с помощью пористых (фильтровальных) перегородок, задерживающих дисперсную фазу и пропускающих сплошную фазу. В химико-фармацевтической промышленности широко используется данный процесс для выделения полупродукта или целевого продукта из реакционной смеси.

Цель исследования – провести анализ влияния различных факторов на процесс фильтрации при производстве субстанции изадрина.

Материалы и методы исследования. На эффективность процесса фильтрации влияют следующие факторы: природа частиц в растворе (размер, форма, концентрация частиц); характеристики фильтрующего материала (размер пор, состав материала, площадь поверхности); условия эксплуатации (давление или вакуум, применяемые во время фильтрации); температура (может влиять на вязкость раствора и растворимость частиц); скорость потока (высокая скорость потока может привести к неполной фильтрации, а слишком низкая - быть неэффективной); химические свойства раствора (уровень pH, ионная сила); характер осадка (аморфные и мелкокристаллические осадки фильтруются с трудом) [1,2].

Результаты исследования. В производстве изадрина для выделения полупродукта и целевого продукта из многокомпонентных смесей используют процессы кристаллизации с последующей фильтрацией. При этом происходит не только отделение кристаллов от жидкой фракции, но и удаление нежелательных примесей, присутствие которых может привести к образованию побочных продуктов. В качестве примесей в реакционной смеси могут присутствовать фосфорная кислота, хлоруксусная кислота и хлорангидрид хлоруксусная кислота. Была разработана модель реакционной массы, загрязненная различными примесями, исходя из расчета материального баланса. При проведении нейтрализации реакционной смеси щелочью до показателя pH=6 образовался белый хлопьевидный осадок. Значения времени фильтрации реакционных смесей с показателями pH=5, pH=6 и pH=7 представлены на рисунке 1.

В ходе работы было оценено влияние различных коагулянтов на эффективность процесса фильтрации. В качестве коагулянтов использовали соли алюминия и железа и гидроксид кальция. Для эксперимента была выбрана реакционная масса с показателем pH=6.

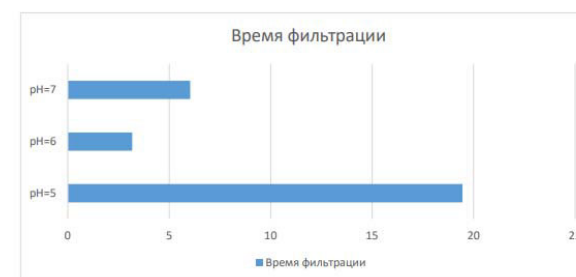


Рисунок 1. Влияние показателя pH на время фильтрации

Время фильтрации для реакционной смеси с коагулянтами представлено на рисунке 2.

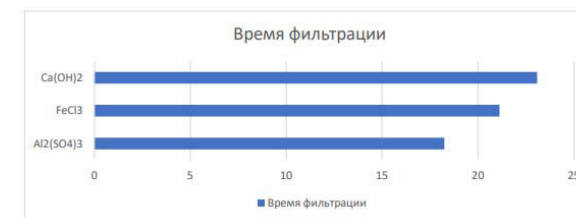


Рисунок 2. Значения времени процесса фильтрации при использовании различных коагулянтов.

В химико-фармацевтической промышленности в качестве вспомогательного фильтрующего материала применяется перлитовый порошок для образования намывного слоя определенной толщины. Для проведения процесса фильтрации с перлитом были выбраны реакционные смеси с показателями pH=5, pH=6 и pH=7. Время процесса фильтрации реакционных смесей с разным показателем pH при использовании перлита представлены на рисунке 3.

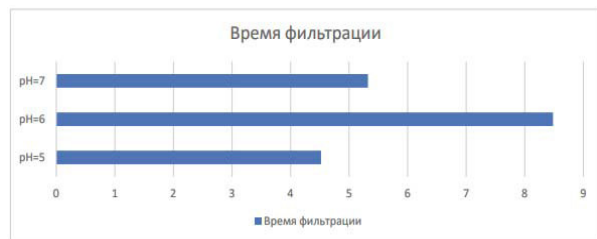


Рисунок 3. Время процесса фильтрации реакционных смесей с разным показателем pH при использовании перлита

Выводы. Таким образом, исследуя влияние различных технологических факторов на эффективность процесса фильтрации в производстве субстанции изадрина, были выяснено что, ключевыми факторами являются: значение pH и коагуляция. Наиболее эффективно использовать в качестве коагулянта FeCl_3 по сравнению с другими неорганическими коагулянтами. В эксперименте с применением перлита эффективно использовать модель реакционной массы с показателем pH=5.

Список литературы

1. Промышленная экология. Часть 1.: Учебное пособие для студентов биотехнологического факультета/ Джанчатова Н.В., Басарева О.И., Лазурина Л.П., Шехине М.Т.-Курск, КГМУ, 2021. -166 с.
2. Процессы и аппараты биотехнологических производств получения биологически активных веществ: учебное пособие для студентов биотехнологического факультета / Н. В. Джанчатова, О. И. Басарева, Л. П. Лазурина [и др.]. – Курск : ЗАО Университетская книга, 2024. - 120 с. - ISBN 978-5-907884-66-3

СПОСОБЫ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ И ОЧИСТКИ ПРЕПАРАТА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ – ДИГИТОКСИНА

Гайдукова Д.Д.

Курский государственный медицинский университет, г. Курск, Россия

Кафедра биологической и химической технологии

Научный руководитель-старший преподаватель кафедры Едноровская О.В.

Актуальность исследования: несмотря на появление новых кардиотонических средств, дигитоксин остается важным препаратом в арсенале кардиологов, особенно для длительной терапии хронической сердечной недостаточности. Обеспечение высокого качества и чистоты препарата критически важно для его эффективности и безопасности, а разработка эффективных и экологичных методов экстракции и очистки дигитоксина представляет интерес для фармакогнозии, фармацевтической химии и биотехнологии [1].

Цель исследования: описать современные методы экстракции и очистки дигитоксина из растительного сырья для получения препарата индивидуального вещества высокой степени чистоты, пригодного для использования в медицинских целях.

Материалы и методы: анализ современных принципов экстракции дигитоксина

Результаты исследования. Дигитоксин – белый кристаллический порошок, практически нерастворимый в воде, мало растворим в этаноле и хлороформе, очень мало в эфире.

Получение дигитоксина в чистом виде – сложная задача, требующая сочетания эффективных методов экстракции и тонкой очистки, поскольку он содержится в растительном сырье в малых количествах в смеси с десятками близких по структуре соединений (дигоксин, гитоксин, ланатозиды и др.).

Дигитоксин получают при ферментации листьев, экстрагировании из них действующих веществ, очистке вытяжки, выделении суммы гликозидов, получении дигитоксина, стандартизации [2].

Общие принципы экстракции дигитоксина включают в себя:

1. Подготовку сырья (сбор, сушка, измельчение);
2. Выбор экстрагента, который подбирают в зависимости от физико-химических свойств выделяемых индивидуальных веществ.
3. Процесс экстракции. Современные методы:
 - Экстракция органическими растворителями;
 - Экстракция сверхкритическим диоксидом углерода;
 - Ультразвуковая экстракция.
4. Очистка экстракта:
 - Фильтрация;
 - Экстракция жидкость-жидкость;
 - Адсорбция;
 - Хроматография;
 - Кристаллизация;
 - Мембранные технологии.

Дигитоксин – чрезвычайно токсичное вещество. Все работы должны проводиться с соблюдением строгих мер предосторожности и использованием средств индивидуальной защиты. На каждом этапе экстракции и очистки необходимо проводить контроль качества для обеспечения чистоты и концентрации дигитоксина. Производство и оборот регулируются нормативными актами.

Выводы. Экстракция дигитоксина – сложный процесс, требующий специальных знаний и оборудования. Выбор конкретного метода экстракции зависит от доступных ресурсов, необходимой степени чистоты продукта и масштаба производства. Современные методы, такие как экстракция сверхкритическим CO_2 и ультразвуковая экстракция, позволяют повысить эффективность процесса и снизить использование токсичных органических растворителей. Процесс очистки при экстрагировании дигитоксина также является критически важным этапом, поскольку он позволяет отделить целевое вещество от нежелательных примесей, присутствующих в растительном экстракте.

Комбинация различных методов экстракции и очистки позволяет получить высокочистый препарат дигитоксина, пригодный для использования в медицинских целях.

Список литературы

1. Саврей, А. М. Применение сердечных гликозидов в клинической практике / А. М. Саврей // Forcipe. – 2022. – Т. 5, № S3. – С. 461. – EDN WGZUPM.
2. Технология лекарственных форм: Учебник Т 38 в 2-х томах. Том 2/Р. В. Бобылев, Г. П. Грядунова, Л.А.Иванова и др., Под ред. Л.А.Ивановой.— М.: Медицина, 1991.— 544 с.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ: МИКРОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ РЕАКТОРЫ И НЕПРЕРЫВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА

Байкова И.А.

Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет
Кафедра процессов и аппаратов химической технологии
Научный руководитель – к.ф.н, доцент Рубцова Л.Н.

Актуальность. Интенсификация химических процессов с помощью микроструктурированных реакторов и переход на непрерывное производство обусловлены необходимостью повысить безопасность при работе с экзотермическими и токсичными стадиями, улучшить тепло- и массообмен для роста селективности и выхода продуктов, а также снизить инвентарь, отходы и энергоёмкость производства в интересах устойчивости; одновременно эти технологии дают гибкость масштабирования через numbering-up и позволяют интегрировать РАТ и автоматизацию в соответствии с требованиями качества (ICH Q13, QbD), однако практическое внедрение требует решения материаловедческих и инженерных задач – стойкости материалов, управления твердыми фазами и равномерного распределения потоков — что делает тему критически важной для конкурентоспособности и устойчивого развития химической и фармацевтической отраслей.

Цель исследования. Обозначить принципы и преимущества микрореакторных и непрерывных технологий, рассмотреть технические и материаловедческие проблемы масштабирования и дать практические рекомендации для внедрения.

Материалы и методы исследования. В ходе работы рассмотрены различные виды микрореакторов, описаны их преимущества, материалы для их изготовления, а также проблемы их масштабирования.

К методам исследования относятся: анализ научной литературы (изучение научных публикаций, статей, монографий); сравнительный анализ различных видов вычислительных методов, используемых в разработке лекарственных средств. Проведена систематизация и обобщение полученных данных, а также формулировка выводов об использовании микрореакторов и непрерывности производства.

Результаты исследования. Микрореакторы – это каналные реакторы с типичными поперечными размерами от микрометров до нескольких миллиметров, где высокая площадь поверхности/объём (S/V) обеспечивает быстрый тепло- и массообмен; непрерывные установки организуют стабильный поток реагентов через реакционные и сепарационные модули и обычно включают inline-аналитику и автоматическое регулирование параметров по замкнутому циклу [1]. В таких системах реализуются разные режимы потока: чаще всего ламинарный (низкие числа Рейнольдса), при больших Re возможен турбулентный режим, а сегментированный (slug-flow) поток широко применяется для улучшения перемешивания и предотвращения адгезии твердых частиц.

Преимущества микрореакторных и непрерывных технологий вытекают из их гидродинамических и тепловых свойств: улучшенный теплообмен позволяет быстро отводить или подводить тепло, что критично для экзотермических реакций и снижает риск runaway; точный контроль времени пребывания (residence time) и его распределения повышает селективность и выход продуктов; мелкомасштабное перемешивание обеспечивает быструю гомогенизацию концентраций. Дополнительные плюсы — повышенная безопасность за счёт малых объёмов реакционной смеси при работе с опасными реагентами, возможность работы при агрессивных условиях (высокое давление, активные окислители) при контролируемых объёмах, упрощённое масштабирование через numbering-up (параллельное включение модулей) вместо традиционного scale-up и лёгкая интеграция с РАТ и автоматизированным управлением для стабильного качества и уменьшения инвентаря [2].

Типы микрореакторов и миксомодулей варьируются в зависимости от задач: плоские чип-реакторы из стекла или керамики применяются для фотохимии и быстрых каталитиче-

ских реакций [3]; трубчатые реакторы с насадкой или внутренними static mixers улучшают смешение при проточном синтезе; микроканальные реакторы с Т-, Y- или interdigital-миксерами обеспечивают молниеносное смешение струй; мезореакторы и специализированные секции используются при больших потоках с сохранением улучшенных тепло/массообменных характеристик; реакторы с фиксированным каталитическим наполнителем (fixed-bed) подходят для гетерогенного катализа в потоке.

Материалы конструкций предъявляют строгие требования: химическая стойкость к кислотам, основаниям и растворителям, термостойкость, механическая прочность при рабочих давлениях, совместимость с микромашиностроением, возможность точной обработки и низкая адсорбция/коррозия [4]. Часто применяют боросиликатное стекло (химически инертно и прозрачно для РАТ), кварц, нержавеющую сталь (316L, Hastelloy), титан, керамику и полимеры (PTFE, PEEK) для мягких условий. Основные проблемы — коррозия и перенос примесей (металлические ионы могут вызывать побочные эффекты), температурно-давление ограничения для полимеров, адсорбция и флуинг на стенках при липофильных или полимеризующих системах, технологические сложности и стоимость изготовления микроструктур (фрезеровка, лазерная абляция, электроэрозия) и вопросы герметичности соединений при высоких давлениях.

Проблемы масштабирования и подходы к их решению включают: ухудшение тепло- и массообмена при банальном увеличении размеров каналов (поэтому предпочтителен numbering-up с унификацией модулей и системой балансировки потоков); риск засоров при гетерогенных реакциях и наличии твердых частиц (решается сегментированной точкой, контролем крупности суспензий, широкими каналами или периодической продувкой); несоответствие гидродинамики и кинетики в ламинарных режимах (требуются микромиксеры или активные способы смешения – ультразвук, электромагнитное воздействие); и необходимость эффективного отвода тепла в экзотермических стадиях, что требует тонкостенных металлических конструкций и встроенных теплообменников [5]. В совокупности инженерные решения, правильный выбор материалов и интеграция автоматизации/РАТ позволяют реализовать преимущества микрореакторов и непрерывного производства, минимизируя ключевые ограничения.

Выводы. Микрореакторные и непрерывные технологии представляют собой мощный инструмент интенсификации химических процессов: они улучшают тепло- и массообмен, повышают безопасность и позволяют добиться более строгого контроля качества. Основные барьеры – материалы конструкций, управление твердыми фазами, и вопросы масштабирования – решаются комбинацией инженерных решений (numbering-up, специальные геометрии, сегментированная точка) и цифровых средств контроля (РАТ, автоматизация). При грамотном проектировании и валидации переход на непрерывность может дать существенные технологические и экономические преимущества.

Список литературы

1. Микрореакторы в нанотехнологии / Л. В. Наземцева, В. Е. Шудегов, Р. С. Яруллин // Био- и нанотехнологии. — 2012. — № 3. — С. 78-88.
2. Micromixers—a review on passive and active mixing principles / Volker Hessel*, Holger Löwe, Friedhelm Schönfeld // Chemical Engineering Science. — 2005. — № 60. — P. 2479 – 2501.
3. Microfabrication of ceramic microreactors. / R. Knitter, D. Göhring // Microsyst. Technol.. — 2001. — №7. — P. 85-90.
4. J Micro-reactors: A new concept for chemical synthesis and technological feasibility. / J Némethi, SÓVÁGÓ, M BENKE // Mater. Sci. Eng.. — 2014. — №39. — P. 89-101.
5. Technology and applications of microengineered reactors. / A. Gavrilidis, Y.S.S. Wan // Chem. Eng. Res. Design. — 2002. — №80. — P. 3-30

V. БИОТЕХНОЛОГИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНОГО ВОДОИСТОЧНИКА, РАСПОЛОЖЕННОГО В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Бабкина М.А., Изварина А.А., Шутова А.Ю., Джанчатова Н.В.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра биологической и химической технологии

Актуальность. Мониторинг качества воды поверхностных водоемов является важной экологической задачей, позволяющей определить качество воды водоема, оценить риски его промышленного использования, определить категорию водоема.

Цель исследования – двухэтапный анализ качества воды природного водоема, включающий определение органолептических свойств (1 этап) и физико-химических свойств (2 этап) воды.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования явилась природная вода из водоёма №99729987 по адресу: Новопоселеновский сельсовет — деревня 1-е Цветово — Центральный федеральный округ, Курская область. Исследуемая вода тестировалась по нескольким показателям: определение растворенного кислорода по Кубелю - было проведено на месте забора образца. После этого в лаборатории оценивались цветность (оптическим и визуальными способами), мутность (с помощью значения прозрачности и таблицы пересчета), прозрачность (с помощью мерного цилиндра), запах (с помощью определения порогового числа при 60 и 20°C), приближенное определение окисляемости, определение щелочности, общей кислотности, содержания сильных кислот, определение окисляемости по Кубелю и ХПК бихроматным арбитражным методом.

Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Качество исследуемой воды водоема

Название опыта	Результат
Цветность	Оптическим методом – 12°, визуальным – 5-10°
Запах (определение порогового числа)	Наименьшее разбавление, при котором запах исчезает при 60 и 20°C – 40
Определение прозрачности воды, с помощью мерного цилиндра	Максимальная высота столба воды, при которой можно разглядеть шрифт – 22 сантиметра
Мутность	41,4 мг/л
Приближённое значение окисляемости	Выше 16
Щёлочность воды	В воде не обнаружено щелочей
Общая кислотность воды	1,3 мг-экв/л
Содержание сильных кислот	1,2 мг-экв/л
Окисляемость по Кубелю	Выше 16
Количество растворённого кислорода	8,33 мг/л
ХПК бихроматным арбитражным методом	380 мгО ₂ /л

Выводы. В ходе проведенных исследований установлено, что данная природная вода не соответствует санитарно-гигиеническим требованиям по следующим показателям: мут-

ность, окисляемость, содержание сильных кислот и ХПК, что связано, по-видимому, с избыточным присутствием органики в водоеме.

Список литературы

1. Промышленная экология. Часть I / Н. В. Джанчатова, О. И. Басарева, Л. П. Лазурина, М. Т. Шехине. – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2021. – 166 с.
2. Джанчатова, Н. В. Оценка загрязнения реки Кур города Курска / Н. В. Джанчатова, Ю. П. Борщова // Биотехнология и биомедицинская инженерия : Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Курск, 29 марта 2016 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2016. – С. 65-68.
3. Джанчатова, Н. В. Мониторинг загрязненности реки Сейм, протекающей в городской черте Курска / Н. В. Джанчатова, А. С. Корягина // Биотехнология и биомедицинская инженерия: Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Курск, 29 марта 2016 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2016. – С. 68-70.
4. Джанчатова, Н. В. Оценка загрязнения реки Тускарь в черте города Курска / Н. В. Джанчатова, Ю. Н. Солодилова // Биотехнология и биомедицинская инженерия: Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Курск, 29 марта 2016 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2016. – С. 70-71.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕРМИРЕМЕДИАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННЫХ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ *EISENIA ANDREI* И *DENDROBENA VENETA*

Гомзина А.О., Денисова Е.П.

Омский государственный технический университет

Кафедра «Биотехнология, технология общественного питания и товароведение»

Научный руководитель – к.б.н., доцент Чачина С.Б.

Актуальность. Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами остаётся одной из важнейших экологических проблем в России. По данным Минприроды РФ, в 2023 году в результате аварийных разливов было утрачено свыше 100 тыс. тонн нефти, что привело к ухудшению качества почв и загрязнению подземных вод [1]. Попадание нефтяных углеводородов в почву вызывает значительные изменения её физико-химических характеристик: снижается содержание кислорода, угнетается микрофлора и нарушаются естественные процессы самоочищения [2].

Одним из перспективных направлений рекультивации загрязнённых земель является биоремедиация, основанная на применении живых организмов. Наиболее активно в разрушении углеводородов участвуют нефтеокисляющие микроорганизмы – представители родов *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Mycobacterium* [3]. Важную роль в процессах восстановления экосистемы могут играть дождевые черви, способные к переработке органического вещества, улучшению структуры почвы и стимуляции активности почвенной микрофлоры [4].

Среди видов дождевых червей в биотехнологических исследованиях чаще всего используются *Eisenia andrei* и *Dendrobena veneta*. Первый характеризуется высокой устойчивостью к неблагоприятным условиям и способностью к размножению в загрязнённых субстратах, второй – крупнее по размерам, активно используется в вермикультуре и обладает иными адаптационными стратегиями. Сравнительное изучение этих видов позволяет выявить их потенциал для применения в технологиях вермиремедиации нефтезагрязнённых почв.

Цель работы – исследование динамики численности и репродуктивной активности дождевых червей *Eisenia andrei* и *Dendrobena veneta* в условиях нефтешламowego загрязнения при совместном применении различных штаммов микроорганизмов.

Материалы и методы. В качестве загрязняющего агента использовался нефтешлам с очистных сооружений Омского нефтеперерабатывающего завода. Почвенный субстрат – «Питательный грунт Живая Земля (TerraVita) Универсальный». В опытах применялись два вида дождевых червей – *Eisenia andrei* и *Dendrobena veneta*. В качестве нефтеокисляющих микроорганизмов использовались штаммы *Citrobacter freundii*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus cereus*, *Bacillus palmilus*, *Lysinibacillus fusiformis*, *Pseudomonas putida*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*.

Пластиковые сосуды объёмом 0,5 л заполняли 200 г субстрата с нефтешламом (50 г/кг). В каждый вариант вносили по 10 половозрелых особей одного вида червей. Опыт проводился в двух повторностях, контрольные образцы не содержали микроорганизмов.

Подсчёт особей проводили ежемесячно, отдельно фиксируя взрослых и молодых червей. Количество коконов определяли вручную. Индивидуальную продуктивность рассчитывали как отношение числа коконов к количеству взрослых особей.

Результаты исследования. На рисунке 1 продемонстрирована популяционная динамика дождевых червей вида *E. Andrei*. Популяция *E. andrei* показала устойчивость к нефтезагрязнённому субстрату. В контрольных вариантах численность оставалась на уровне 12–15 особей на протяжении эксперимента. При инокуляции микроорганизмами, особенно *Bacillus simplex* и *Bacillus megaterium*, численность особей значительно возрастала: в мае популяция достигала более 55 особей. Репродуктивная активность проявилась с января, при этом наибольшее количество коконов фиксировалось в вариантах с *B. cereus* и *C. freundii*.

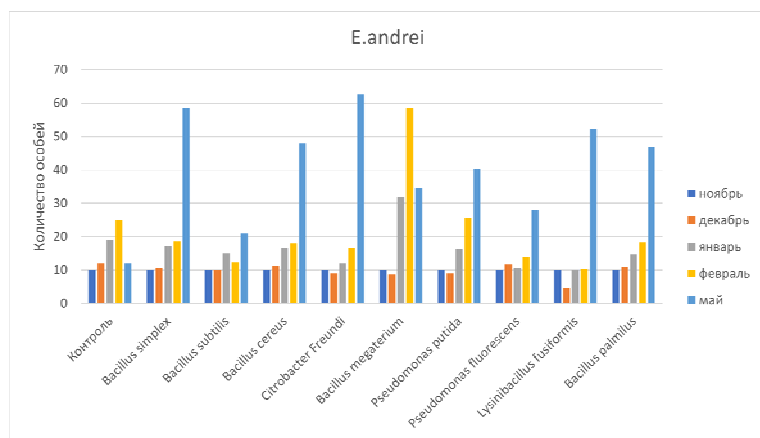


Рисунок 1. Популяционная динамика *E. Andrei*

В отличие от *E. andrei*, популяция *D. veneta* в нефтезагрязнённом субстрате постепенно сокращалась, это показано на рисунке 2. Уже в декабре численность взрослых особей снизилась вдвое, а к февралю составила лишь 3–4 особи в среднем. Варианты с инокуляцией микроорганизмов не продемонстрировали выраженного стимулирующего эффекта. Репродуктивная активность *D. veneta* была крайне низкой: коконы встречались редко, индивидуальная продуктивность близка к нулю.

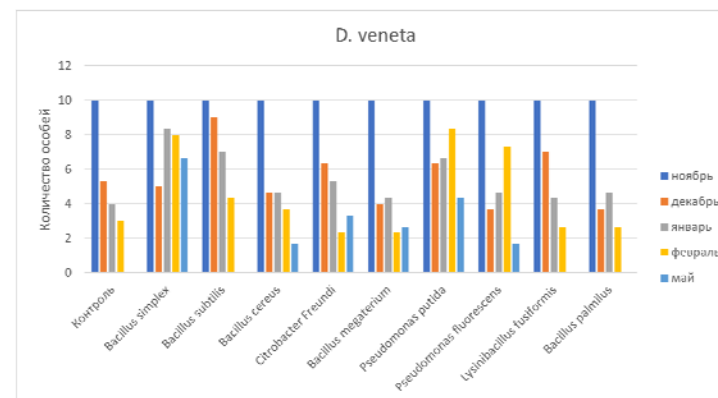


Рисунок 2. Популяционная динамика *D. Veneta*

Таким образом, *E. andrei* проявил более высокую адаптивность и выживаемость в условиях нефтешламowego загрязнения, тогда как *D. veneta* показал низкую устойчивость и утрату численности.

Выводы. Полученные данные подтверждают перспективность применения *Eisenia andrei* для вермиремедиации нефтезагрязнённых почв, в том числе при совместном использовании с углеводородокисляющими микроорганизмами. Варианты с участием *B. megaterium*, *C. freundii* и *B. simplex* показали наибольшую эффективность, что указывает на важность подбора бактериальных препаратов для усиления процессов биодegradации. В то же время низкая выживаемость и репродуктивная активность *Dendrobena veneta* в аналогичных условиях свидетельствуют о её ограниченной пригодности для данных целей. Полученные результаты имеют прикладное значение для разработки комплексных технологий рекультивации нефтезагрязнений и повышения экологической устойчивости загрязнённых территорий.

Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2023 году». – Текст : электронный // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации : официальный сайт. – 2025. – URL: <https://2023.ecology-gosdoklad.ru/doklad/vyvody-i-predlozheniya/osnovnye-pokazateli-sostoyaniya-okruzhayushchey-sredy-rossiyskoy-federacii-v-2023-g> (дата обращения: 15.09.2025).
2. Аюпова А. Ж., Нагметова Г. Ж., Сарсенова А. С., Курманбаев А. А. Определение деструктивного потенциала штаммов нефтеокисляющих микроорганизмов по отношению к углеводородам нефти // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2015. – №10. – С. 112-114.
3. Чачина С. Б., Вербя Е. Ю. Биологическая рекультивация почв, загрязненных мазутом, с использованием вермикультуры дождевых червей *Dendrobena veneta* и микробиологических препаратов «Байкал-Эм», «Тамир», «Восток» // Экология и строительство. – 2018. – №3. – С. 27-35.
4. Смольникова, В. В. Особенности биологической очистки субстратов с использованием вермикультуры в условиях нефтяного загрязнения / В. В. Смольникова // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. – 2010. – № 1. – С. 106-109.

РАЗРАБОТКА ПРЕПАРАТОВ МИКРООРГАНИЗМОВ-НЕФТЕДЕСТРУКТОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТА

Ильичева А.С., Денисова Е.П.

Омский государственный технический университет

Кафедра Биотехнология, технология общественного питания и товароведение

Научный руководитель – к.б.н., доцент Чачина С.Б.

Актуальность. Статья рассматривает перспективы применения биологических препаратов на основе микроорганизмов-нефтедеструкторов для повышения нефтеотдачи на месторождениях. Актуальность обусловлена стратегической ролью нефтяной отрасли и ухудшением качества добываемой нефти. Исследование направлено на разработку препаратов для извлечения тяжелых фракций нефти, включая биodeградацию полициклических ароматических углеводородов (ПАУ).

Цель исследования – научное обоснование и экспериментальная проверка технологии повышения нефтеотдачи с применением микробиологических препаратов, действие которых направлено на биохимическое преобразование тяжелых фракций и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) для облегчения их извлечения из продуктивного пласта.

Большинство разрабатываемых нефтяных месторождений содержат запасы с высокой вязкостью, что значительно усложняет их добычу традиционными методами. В свете современных технологий активно исследуются и внедряются новые подходы к увеличению нефтеотдачи, среди которых особое внимание уделяется микробиологическим методам. Эти технологии, основанные на применении специализированных микроорганизмов, демонстрируют высокую эффективность в извлечении остаточных запасов нефти из продуктивных пластов. Благодаря метаболической активности микроорганизмов удается существенно повысить коэффициент извлечения нефти, что делает эти методы перспективным направлением в интенсификации добычи углеводородов [1].

Материалы и методы исследований. Микробиологическое повышение нефтеотдачи пласта представляет собой комплекс взаимосвязанных физико-химических и биологических процессов, инициируемых в пласте в результате внесения специализированных микроорганизмов или питательных веществ для них. Основную роль в данном процессе играют аборигенные или интродуцированные углеводородокисляющие микроорганизмы. Ключевые стадии можно систематизировать следующим образом:

На первой стадии начинается колонизация пласта. Микроорганизмы, адаптировавшись к термобарическим условиям пласта, начинают использовать легкие фракции нефти в качестве источника углерода и энергии [2]. В процессе метаболизма микробы продуцируют поверхностно-активные вещества и биополимеры. Биосурфактанты адсорбируются на границе раздела «нефть-порода-вода», значительно снижая капиллярное давление, которое удерживает нефть в порах коллектора. Это является ведущим механизмом, так как позволяет мобилизовать капиллярно-защемленные остаточные нефти.

На второй стадии происходит Биогенное газообразование и увеличение пластового давления. В анаэробных условиях пласта многие микроорганизмы осуществляют процессы ферментации органических субстратов. В результате метаболизма продуцируются газы: диоксид углерода (CO_2), метан (CH_4), азот (N_2), водород (H_2).

Механизмы воздействия:

- Повышение пластового давления, что усиливает вытесняющий эффект.
- Растворение CO_2 в нефти: при растворении углекислого газа в нефти происходит ее разжижение – снижается вязкость и увеличивается объем, что улучшает подвижность углеводородов.
- Создание газового капиллярного давления, которое способствует вытеснению нефти из мелких пор.

Активный рост микроорганизмов и продуцируемых ими внеклеточных биополимеров приводит к образованию биопленок. Биомасса и биополимеры селективно откладываются в наиболее проницаемых каналах пласта, через которые преимущественно фильтруется закачиваемая вода. Это приводит к снижению подвижности воды в этих каналах и заставляет вытесняющий агент (воду или газ) перенаправляться в ранее неохваченные области пласта с остаточной нефтью, тем самым увеличивая коэффициент охвата.

Микроорганизмы-нефтедеструкторы выделяют ферменты, способные расщеплять сложные молекулы, такие как асфальтены, смолы и полициклические ароматические углеводороды [3].

Клетки микроорганизмов и продуцируемые ими биосурфактанты адсорбируются на поверхности породы. Этот процесс способствует изменению смачиваемости породы. В гидрофильной пористой среде вода лучше растекается по поверхности, вытесняя нефть из мелких пор и трещин.

Результаты исследования.

Методика проведения испытания. Для определения чувствительности микроорганизмов к углеводородам на чашки Петри с подсушенной средой МПА засевают исследуемую культуру. Стерильным пинцетом на агар плотно накладывают индикаторные бумажные диски, пропитанные раствором углеводородов, на разном расстоянии друг от друга и на расстоянии около 2,5 см от центра чашки. Засеянные чашки с нанесенными дисками термостатируют при 37°C в течение суток и 20°C в течение недели. Углеводороды, диффундирующие в толщу агара, предотвращают или задерживают рост чувствительных к ним культур микроорганизмов, что проявляется в образовании вокруг соответствующих дисков зоны угнетения роста.

Таблица 1 – Разложение ПАУ микроорганизмами

	Антрацен	Нафталин	Флюорен
<i>Citrobacter freundii</i>	-	++	+
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	+	+	-
<i>Bacillus subtilis</i>	+	+	+
<i>Pseudomonas putida</i>	+	-	-
<i>Lisinibacillus fusiformis</i>	+	+	-
<i>Bacillus palmilus</i>	-	+	-
<i>Bacillus cereus</i>	-	-	+
<i>Bacillus megaterus</i>	-	-	+



Рисунок 1. Результат разложения ПАУ микроорганизмами

Выводы. По полученным данным в эксперименте разложения ПАУ микроорганизмами можно сделать вывод, что микроорганизм *Bacillus subtilis* способен разлагать все используемые ПАУ.

Антрацен разложили препараты микроорганизмов: *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida*, *Lisinibacillus fusiformis*.

Нафталин разложили препараты микроорганизмов: *Citrobacter freundii*, *Pseudomonas fluorescens*, *Lysinibacillus fusiformis*, *Bacillus palmilus*.

Флюорен разложили препараты микроорганизмов: *Citrobacter freundii*, *Bacillus cereus*, *Bacillus megaterius*.

Список литературы

1. Основы экономики нефтегазовой отрасли : учебное пособие / Е. В. Кривко ; [научный редактор А. В. Каменчуков] ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Тихоокеанский государственный университет. - Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2020 — 181 с.
2. Ильичева, А. С., Чачина, С. Б. Разработка микробиологических препаратов для повышения нефтеотдачи пласта // Экологические проблемы региона и пути их разрешения : материалы XVIII Междунар. науч.-практ. конф. (Омск, 16–18 мая 2024 г.). Омск: ОмГТУ, 2024. С. 142–146.
3. Ильичева, А. С. Определение биохимических свойств микроорганизмов нефтедеструкторов / А. С. Ильичева, С. Б. Чачина, Е. П. Денисова // Техника и технология нефтехимического и нефтегазового производства : материалы 14-й Международной научно-технической конференции, Омск, 12–15 марта 2024 года / Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет, 2024. – С. 152-153.

МОНИТОРИНГ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ ОЗЕРА СТЕЗЕВСКОЕ ГОРОДА КУРСКА

Кудрявцев В.Г., Панькова В.П., Семёнова В.А., Джанчатова Н.В.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра биологической и химической технологии

Актуальность. Вода играет ключевую роль в поддержании здоровья населения, обеспечении сельскохозяйственных и промышленных процессов, а также сохранении водных экосистем. Антропогенная деятельность значительно влияет на состояние водоемов, вызывая загрязнение и изменение химического состава воды. Лабораторные исследования помогают выявить уровень загрязнения, определить степень пригодности воды для питьевых и хозяйственных нужд, а также принять меры по защите водных ресурсов. Это особенно важно в условиях возрастающего давления на природные системы и роста потребности в чистой питьевой воде.

Цель исследования – определение органолептических свойств и физико-химических показателей природной воды, включая оценку цвета, запаха, прозрачности, мутности, уровня растворенного кислорода, щелочности, кислотности, окисляемости и химического потребления кислорода. Исследование направлено на установление соответствия качества воды установленным санитарно-гигиеническим нормам и стандартам, что позволит определить её пригодность для питьевого водоснабжения, хозяйственно-бытовых нужд и промышленного использования.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования являлась вода озера Стезевское. Для оценки качества воды использовались стандартные методики, соответствующие требованиям СанПиН №4630-88 и правилам охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами.

Результаты исследования.

1. Определили цветность фотометрически, предварительно построив калибровочный график при длине волны 364 нм. Она составила 1 °.
2. Определили запах пробы воды при 20 °С – Б1 (болотный, интенсивность 1), при 60 °С – Д3 (древесный, интенсивность 3).
3. Определили прозрачность - высота столба воды более 20 см.
4. По таблице пересчета определили мутность менее 44,5 мг/л.

5. Определили количество растворенного кислорода по методике Винклера: 5,81 мг/л.
6. Установили приближенное определение окисляемости, которое показало слабо лилово-розовое окрашивание, что говорит об окисляемости менее 4 мг/л.
7. Провели определение общей кислотности: 0,10037 мг-экв/л
8. Определили ХПК воды, оно составило 16мг-О/л

Выводы. Проведённое исследование позволило установить, что вода озера Стезевское соответствует санитарно-гигиеническим требованиям по основным органолептическим и физико-химическим показателям. Значения цвета, запаха, прозрачности, мутности и концентрации растворённого кислорода находятся в пределах установленных норм.

Список литературы

1. Промышленная экология. Часть I / Н. В. Джанчатова, О. И. Басарева, Л. П. Лазурина, М. Т. Шехине. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2021. – 166 с.
2. СанПиН №4630-88 «Водоотведение населённых мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод»
3. Джанчатова, Н. В. Оценка загрязнения реки Кур города Курска / Н. В. Джанчатова, Ю. П. Боршова // Биотехнология и биомедицинская инженерия : Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Курск, 29 марта 2016 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2016. – С. 65-68.
4. Джанчатова, Н. В. Мониторинг загрязнённости реки Сейм, протекающей в городской черте Курска / Н. В. Джанчатова, А. С. Корягина // Биотехнология и биомедицинская инженерия: Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Курск, 29 марта 2016 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2016. – С. 68-70.
5. Джанчатова, Н. В. Оценка загрязнения реки Тускарь в черте города Курска / Н. В. Джанчатова, Ю. Н. Солодилова // Биотехнология и биомедицинская инженерия: Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Курск, 29 марта 2016 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2016. – С. 70-71.

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРПАРАТОВ

Ильичева А.С., Денисова Е.П., Смирнов К.А.

Омский государственный технический университет
Кафедра Биотехнология, технология общественного питания и товароведение
Научный руководитель – к.б.н., доцент Чачина С.Б.

Актуальность. Почва является критически важным и невозобновимым в короткие сроки природным ресурсом, от которого зависит продовольственная безопасность, устойчивость экосистем и здоровье человека. В настоящее время наблюдается загрязнение почвенного покрова нефтью и нефтепродуктами, тяжелыми металлами и пестицидами в результате деятельности нефтедобывающего и перерабатывающего комплекса, транспорта, сельского хозяйства и промышленности. Это выводит значительные площади земель из хозяйственного использования и создает устойчивые очаги экологической опасности.

Цель исследования – оценить эффективность применения микробиологических препаратов на основе штаммов-деструкторов для рекультивации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, путем изучения динамики разложения загрязнителей и восстановления почвенного плодородия.

Загрязнение почвы органическими углеводородами представляет собой одну из ключевых экологических проблем на глобальном уровне [1]. Это связано с их широким распространением, высокой устойчивостью, сложным химическим составом и токсичностью. В ре-

зультате эти вещества накапливаются в окружающей среде до уровней, способных негативно влиять на живые организмы.

Материалы и методы исследований. Биоремедиация представляет собой высокоэффективный метод рекультивации загрязненных почв и подземных вод. В ходе эволюционного процесса некоторые микроорганизмы, преимущественно бактерии, приобрели способность метаболизировать ксенобиотики, используя их в качестве источника углерода, энергии или других необходимых нутриентов. Эти микроорганизмы демонстрируют исключительную пластичность и адаптивность к широкому спектру экологических условий, а также обладают способностью синтезировать разнообразные ферментные комплексы, что делает их биodeградирующую активность чрезвычайно многообразной и универсальной.

Биodeградация представляет собой процесс микробного разрушения сложных углеводородных соединений нефти до простых, нетоксичных продуктов за счет метаболической активности специализированных микроорганизмов. Данный процесс является основой для технологий биоремедиации и протекает в несколько взаимосвязанных стадий [2].

Нефтепродукты в почве часто находятся в форме труднорастворимых капель или пленок, что ограничивает их доступность для микроорганизмов. Для преодоления этого барьера углеводородоокисляющие бактерии и грибы начинают продуцировать биосурфактанты. Микроорганизмы образуют многочисленные сообщества (био пленки) на поверхности нефтяных капель, что создает высокую локальную концентрацию ферментов и метаболитов.

Основной процесс деградации осуществляется с помощью ферментных систем микроорганизмов. Моноксигеназы включают один атом молекулярного кислорода в субстрат, а второй восстанавливают до воды. Они играют ключевую роль в окислении алифатических углеводородов [3].

Основные пути окисления:

- Алифатические углеводороды: окисляются до соответствующих спиртов, затем через альдегиды до жирных кислот, которые далее поступают в β -окисление.
- Ароматические углеводороды: диоксигеназное расщепление бензольного кольца с образованием катехола или его производных, которые в дальнейшем метаболизируются до ацетил-КоА и сукцинил-КоА, вступающих в цикл трикарбоновых кислот.

Продукты начального окисления часто трансформируются через серию промежуточных реакций. В присутствии кислорода происходит полное минерализация углеводородов до CO_2 и H_2O с выделением энергии. Полное разложение органических веществ нефти до неорганических соединений (CO_2 , H_2O , NH_3) является конечной целью биodeградации, свидетельствующая о полном обезвреживании загрязнителя.

Результаты исследования.

После проведения рекультивации биологическим методом с использованием микроорганизмов-нефтедеструкторов с начальной концентрацией отработанного масла 50 г/кг, были проведены измерения концентрации остаточного масла.

Использовали метод ИК-спектрофотометрии (согласно ПНД Ф 14.1:2:4.168; МУК 4.1.1013-01 и НДП 20.1:2:3.40-08) включает несколько ключевых этапов. Сначала эмульгированные и растворенные нефтяные компоненты экстрагируются четыреххлористым углеродом. Затем происходит хроматографическое разделение нефтезагрязненной почвы от органических соединений других классов с использованием колонки, заполненной оксидом алюминия. В завершение количественное определение компонентов осуществляется по интенсивности поглощения С-Н связей в инфракрасном спектре.

В качестве объектов исследования использовались дождевые черви *Дендробена* и препараты микроорганизмов.

Таблица 1 – Измерение концентрации масла 50 гр/кг

	г/кг	Конечная концентрация нефтепродуктов, г/кг	Коэффициент эффективности, %
Контроль (вода)	50	43,05	13,9
Контроль + <i>Дендробена</i>	50	22,96	54,08
<i>Bacillus simplex</i> + <i>Дендробена</i>	50	1,82	96,36
<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Дендробена</i>	50	5	90
<i>Bacillus cereus</i> + <i>Дендробена</i>	50	1,33	97,34
<i>Citrobacter freundii</i> + <i>Дендробена</i>	50	1,79	96,42
<i>Bacillus megaterium</i> + <i>Дендробена</i>	50	3,38	93,24
<i>Pseudomonas putida</i> + <i>Дендробена</i>	50	7,55	84,9
<i>Pseudomonas fluorescens</i> + <i>Дендробена</i>	50	1,6	96,8
<i>Lysinibacillus fusiformis</i> + <i>Дендробена</i>	50	9,5	81
<i>Bacillus palmilus</i> + <i>Дендробена</i>	50	13,4	73,2

Выводы. Загрязнение почвы нефтью и нефтепродуктами является одной из самых сложных и многогранных проблем в сфере экологии и охраны окружающей среды. В последние годы наблюдается активное развитие технологий биоремедиации, направленных на восстановление нефтезагрязненных территорий, что свидетельствует о существенном прогрессе в данной области.

По полученным данным можно сделать выводы, что при использовании воды (контрольного образца) коэффициент эффективности составляет 13,9%. При внесении препарата «*Bacillus simplex*» совместно с червем *Дендробена* получаем лучший коэффициент очистки почвы 97,34%.

Так же лучшие показатели получили при применении препаратов с червем *Дендробена*: «*Bacillus simplex*» – 96,36%, «*Citrobacter freundii*» – 96,42%, «*Bacillus megaterium*» – 93,24%, «*Pseudomonas fluorescens*» – 96,8%.

Список литературы

1. Абросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем / Под ред. М. Ю. Доламова, Э. Г. Теляшева.: Химия, 2002.-608 с.
2. Ильичева А.С., Чачина С.Б., Денисова Е.П. определение биохимических свойств микроорганизмов нефтедеструкторов в книге: Техника и технология нефтехимического и нефтегазового производства. Материалы 14-й Международной научно-технической конференции. Омск, 2024. С. 152-153. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=67974811>
3. С. Б. Чачина, Е. П. Денисова, К. А. Смирнов Вермиремедиация нефтезагрязненных почв с использованием дождевых червей и микробиологических препаратов – нефтедеструкторов / Актуальные вопросы энергетики : материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Россия, Омск, 23–24 мая 2024 г.) / Минобрнауки России, Ом. гос. техн. ун-т ; редкол.: П. А. Батраков (отв. ред.) [и др.]. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2024. – с. 146-152 <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=67974810>

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБЫ ВОДЫ ИЗ Р. ТУСКАРЬ
Иванова С.Н., Капнина Е.О., Кузнецова П.Д., Привал А.В., Смирнов Н.А.
 Курский государственный медицинский университет
 Кафедра биологической и химической технологии
 Научный руководитель – доцент кафедры Джанчатов Н.В.

Актуальность. Контроль качества воды является важнейшей задачей в условиях возрастающей антропогенной нагрузки на водные объекты. Определение органолептических и физико-химических показателей воды позволяет оценить ее пригодность для хозяйственно-бытового использования и своевременно выявить возможное загрязнение. Использование стандартизированных методов анализа обеспечивает получение достоверных и сопоставимых результатов.

Цель исследования – проведение комплексного анализа качества воды путем определения органолептических и физико-химических показателей и оценка ее соответствия установленным нормативам.

Материалы и методы исследования. В работе применялись стандартные методы анализа воды: определение цветности по бихромат-кобальтовой шкале и спектрофотометрически, оценка запаха с определением порогового числа, измерение прозрачности и мутности. Определение физико-химических показателей включало: титрование для установления щелочности и кислотности, бихроматный метод определения ХПК и йодометрическое определение растворенного кислорода по Винклеру, количественное определение активного хлора, с помощью титрования методом йодометрии, определение активности хлорной извести. Все измерения выполнялись в соответствии с методическими рекомендациями [3].

Результаты исследования. В ходе анализа установлены следующие показатели качества воды: цветность – 5°, запах при 20°C – 2 балла (слабый, землистый), прозрачность – 20 см, мутность – 32,6 мг/л. Физико-химические характеристики составили: общая щелочность – 2,8 мг-экв/л, общая кислотность – 0,05 мг-экв/л, ХПК – 27,2 мг О₂/л, содержание растворенного кислорода – 5,9 мг/л (67% насыщения), активный хлор – 1,72 мл, активность хлорной извести – 17,27%, сухая хлорная известь – 49,3 г. Расчет массовой доли взвешенных веществ выполняли гравиметрическим методом после фильтрования пробы [1].

Выводы. Таким образом, проведенный комплексный анализ пробы воды, отобранной из реки Тускарь, показал неоднозначное качество воды. Положительными характеристиками являются низкие значения цветности (5°) и кислотности (0,05 мг-экв/л), что свидетельствует об отсутствии интенсивного химического загрязнения. Однако выявленные повышенные показатели мутности (32,6 мг/л) и окисляемости (ХПК 27,2 мг О₂/л) указывают на антропогенную нагрузку на водоем, связанную с поступлением взвешенных частиц и органических веществ, характерных для урбанизированных территорий. Пониженное содержание растворенного кислорода (67% насыщения) может быть следствием процессов биохимического окисления органики в водоеме. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости регулярного мониторинга данного водного объекта и проведения мероприятий по снижению антропогенной нагрузки, таких как организация берегозащитных полос и очистка ливневых стоков [2].

Список литературы

1. Джанчатова Н.В. Промышленная экология: Методические рекомендации для самоподготовки к практическим занятиям для студентов 4 курса биотехнологического факультета. – Курск: КГМУ, 2024. – 196 с.
2. Ларионов Н.М. Промышленная экология: учебник для студентов вузов / Н.М. Ларионов, А.С. Рябышенков. – М.: Юрайт, 2013. – 495 с.
3. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 2021. – 456 с.
4. Методы анализа природных и сточных вод: лабораторный практикум / под ред. Е.Н. Дороховой. – М.: Мир, 2018. – 256 с.

5. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа / Ю.Я. Харитонов. – М.: Высшая школа, 2017. – 615 с.

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ТУРКМЕНИСТАНА
Палязова Я.З., Гурбанова О. Я., Аллаева А. О., Ерметова В. И.
 Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз Туркменистан

Традиционные методы, такие как механическая обработка почвы и применение большого спектра химических гербицидов, часто сопряжены с высокими затратами, эрозией почвы и риском загрязнения. Развитие биотехнологий позволило создать генетически модифицированные (ГМ) культуры, устойчивые к определённым гербицидам. Это открыло новые возможности для интегрированного управления сорняками, сокращая общее количество используемых пестицидов и упрощая процесс обработки полей. В этой статье мы рассмотрим механизм действия и преимущества использования гербицидоустойчивых культур, в частности Roundup Ready (RR) сои, в контексте снижения пестицидной нагрузки и повышения устойчивости агросистем.

Ключевой принцип работы гербицидоустойчивых культур заключается в том, что они содержат ген, который обеспечивает их невосприимчивость к определённому гербициду, тогда как сорняки, окружающие их, остаются уязвимыми. Например, наиболее известным примером является глифосат — гербицид широкого спектра действия, который ингибирует фермент EPSP-синтазу, необходимый для синтеза ароматических аминокислот у растений. Этот фермент отсутствует у животных, что делает глифосат относительно безопасным для них.

Roundup Ready (RR) соя была генетически модифицирована для производства бактериальной версии фермента EPSP-синтазы, который нечувствителен к глифосату. Это позволяет фермерам опрыскивать поля глифосатом, который уничтожает все сорняки, не нанося вреда самой культуре. Этот подход позволяет:

- Проводить обработку после всходов культуры. В отличие от традиционных гербицидов, которые часто необходимо вносить до посева или в определённые фазы роста, глифосат можно применять, когда сорняки уже активно растут. Это даёт фермеру возможность временно реагировать на появление сорной растительности.

- Использовать гербицид с низким профилем токсичности. Глифосат обладает относительно низким уровнем токсичности для млекопитающих и быстро разлагается в почве.

- Уменьшить разнообразие используемых химикатов. Вместо того чтобы применять несколько различных гербицидов для борьбы с разными типами сорняков, можно использовать один эффективный препарат, что значительно упрощает управление и снижает общую химическую нагрузку. Снижение использования пестицидов и гербицидов: фактические данные. Использование гербицидоустойчивых культур привело к заметному изменению практики ведения сельского хозяйства во многих регионах мира. По данным Национальных академий наук США, внедрение ГМ-культур в 1996 году привело к снижению использования пестицидов на 10-20% в зависимости от культуры и региона. Сокращение количества опрыскиваний. Поскольку RR-технология позволяет бороться со всем спектром сорняков за одну или две обработки, она исключает необходимость многократных опрыскиваний, которые были необходимы при использовании селективных гербицидов.

Снижение применения пахоты. Традиционные методы борьбы с сорняками часто включают механическую обработку почвы (пахоту), которая способствует эрозии, разрушению структуры почвы и высвобождению парниковых газов. Использование гербицидоустойчивых культур в системе нулевой или минимальной обработки почвы (no-till farming) позволяет бороться с сорняками без пахоты, что значительно улучшает здоровье почвы, сохраняет влагу и снижает затраты на топливо. Например, в Аргентине и Бразилии, где соя является одной из основных культур, переход на RR-сою сопровождался широким внедрением нуле-

вой обработки, что привело к значительному улучшению устойчивости агроэкосистем и сокращению потерь почвы.

Потенциальные риски и вызовы. Несмотря на очевидные преимущества, использование гербицидоустойчивых культур не лишено рисков.

-Развитие гербицидоустойчивых сорняков. Чрезмерное и однообразное использование глифосата привело к появлению популяций сорняков, устойчивых к этому гербициду. Это явление наблюдается в разных странах и требует от фермеров возврата к более сложным стратегиям, включая использование других химикатов или механической обработки. Это создаёт необходимость в постоянном мониторинге и разработке новых подходов.

-Экологические последствия. Хотя глифосат считается относительно безопасным, его массовое использование может иметь непредвиденные последствия для микроорганизмов в почве и других нецелевых организмов.

Внедрение гербицидоустойчивых культур стало революционным шагом в агрономии, предложив эффективный инструмент для борьбы с сорняками и снижения общей пестицидной нагрузки на окружающую среду. Технология Roundup Ready позволила фермерам перейти к менее инвазивным и более экономически выгодным методам ведения сельского хозяйства, таким как нулевая обработка почвы. Тем не менее, для сохранения эффективности этого подхода необходимо внедрять интегрированные стратегии управления сорняками, которые включают чередование культур, использование различных гербицидов и другие агротехнические методы. Это позволит предотвратить появление гербицидоустойчивых сорняков и обеспечить долгосрочную устойчивость и продуктивность сельского хозяйства. Вот список научной литературы, который можно использовать в качестве основы для научной статьи о гербицидоустойчивых культурах. Источники подобраны таким образом, чтобы охватывать как научные исследования, так и обзорные материалы от авторитетных организаций.

Список литературы

1. Гошаев М., Хандолев И. Г59 Биотехнология. Учебник для вузов. – А.: Ылым, 2015. – 308 с.
2. Кичигулова Т. и др. Основы медицинской генетики. Учебник для вузов. – А.: Туркменское государственное издательство, 2016.
3. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM). (2016). Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects. The National Academies Press, Washington, DC.
4. Duke, S. O., & Powles, S. B. (2008). Glyphosate: A once-in-a-century herbicide. Pest Management Science, 64(4), 319-322.
5. Green, J. M. (2012). The importance of herbicide-tolerant crops to glyphosate and glufosinate use in soybean and corn production. Pest Management Science, 68(1), 160-167.
6. Heinemann, J. A., et al. (2014). Sustainability and the future of genetically modified crops. International Journal of Agricultural Sustainability, 12(3), 299-311.

ЗНАЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ЗАЩИТЕ И ПРОФИЛАКТИКЕ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ

Палязова Я.З.

Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан

Традиционно борьба с ними велась с использованием химических пестицидов. Однако применение химических средств может оказывать негативное воздействие на окружающую среду, представлять угрозу для здоровья человека и способствовать развитию устойчивости у патогенов. В связи с этим биологические средства защиты растений приобретают всё большее значение. Эти методы предлагают экологически чистые и устойчивые альтернативы химическим веществам. Биологические средства – это живые организмы или их продукты, которые используются для контроля болезней растений. Их основные типы и механизмы действия включают:

Биопестициды – это вещества или микроорганизмы природного происхождения, используемые для борьбы с вредителями и возбудителями болезней. Они менее токсичны, чем синтетические пестициды, менее вредны для окружающей среды и часто обладают более целенаправленным действием на патогены.

Биопестициды на основе микробов: к ним относятся бактерии (например, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*), грибы (например, *Trichoderma spp.*, *Beauveria bassiana*) и вирусы. *Bacillus subtilis*: Эти бактерии производят антибиотические вещества, подавляющие рост патогенных грибов и бактерий. Они также могут индуцировать системную устойчивость (ISR - Induced Systemic Resistance) у растений, что повышает общую защитную способность растения против болезней. *Trichoderma spp.*: Эти грибы обладают антагонистическим действием против многих патогенных грибов. Они контролируют патогены путём прямого паразитизма (микопаразитизм), выработки антибиотических веществ и конкуренции за питательные вещества с растениями. Они также могут колонизировать корневую систему растений, стимулируя их рост и повышая устойчивость к стрессу.

Биохимические биопестициды: Вещества, полученные из растений или других природных источников, например, феромоны, растительные экстракты. Они могут напрямую убивать патогены или ингибировать их рост. Хищники и паразиты: В основном используются против вредных насекомых, но некоторые паразитические грибы и бактерии также применяются против возбудителей болезней. Антагонистические микроорганизмы: Микроорганизмы, которые конкурируют с патогенами за пищу и пространство или напрямую подавляют их. Такие агенты живут на поверхности растений или в их корнях, создавая неблагоприятную среду для развития возбудителей болезней. Использование биологических средств имеет ряд существенных преимуществ и некоторые недостатки.

Экологическая безопасность: в отличие от химических пестицидов, биологические средства не наносят вреда окружающей среде, водным источникам и нецелевым организмам (например, опылителям, почвенной микрофлоре). Они биоразлагаемы и не накапливаются в почве.

- Безопасность для здоровья человека: Их остатки в пищевых продуктах практически отсутствуют или содержатся в очень малых количествах, что обеспечивает безопасность для потребителей.
- Снижение устойчивости патогенов: поскольку биологические средства часто имеют несколько механизмов действия, вероятность развития устойчивости у патогенов к ним ниже.
- Стимуляция роста растений: Некоторые биологические средства (например, *Trichoderma spp.*, *Pseudomonas fluorescens*) вступают в симбиотические отношения с корнями растений, улучшая усвоение питательных веществ и стимулируя общий рост растений.
- Долгосрочная эффективность: Введённые в почву биоагенты могут оставаться активными в течение длительного времени и постепенно размножаться, что снижает необходимость повторного применения.

В современном сельском хозяйстве внедрение биологических средств является важной частью системы интегрированной защиты растений (IPM – Integrated Pest Management). Система IPM объединяет биологические, агротехнические методы и, при необходимости, минимальное использование химических средств. Этот подход направлен на минимизацию вреда для окружающей среды при обеспечении высокой урожайности.

В будущем эффективность биологических средств будет повышаться по следующим направлениям.

Генная инженерия и биотехнология: генетическая модификация микроорганизмов для повышения их способности бороться с патогенами. Это может быть усиление их способности производить антимикробные вещества или повышение их адаптивности к окружающей среде.

Нанотехнологии: использование микрокапсулирования биопестицидов или их применение в сочетании с наночастицами для улучшения их стабильности, срока хранения и целенаправленного действия.

Управление микробиомом: изучение и воздействие на состав микробиома почвы вокруг корней растений для повышения их устойчивости к болезням. Здоровый и разнообразный микробиом играет ключевую роль в защите растений от патогенов.

Наука о данных и искусственный интеллект: использование больших данных и алгоритмов для прогнозирования моделей распространения болезней и определения оптимального времени для применения биологических средств.

Использование биологических средств в защите растений от болезней ведёт сельское хозяйство к зелёному и устойчивому будущему. Они предлагают экологически чистые и эффективные альтернативы химическим пестицидам, способствуя защите окружающей среды, сохранению здоровья человека и повышению качества сельскохозяйственной продукции. Их применение, особенно в рамках интегрированных систем защиты, становится всё более важным в современном земледелии.

Список литературы

1. Захаренко, В. А. Биологическая защита растений: достижения и перспективы. Москва: КолосС, 2005. – (Эта книга может служить хорошим общим введением в тему биозащиты растений).
2. Гришечкина, С. А., Жукова, М. В., Ахатов, А. К. Биологические средства защиты растений: состояние и перспективы развития. Владимир: ВНИИМС, 2012. – (Полезный источник для обзора текущего состояния и направлений развития биосредств).
3. Кузнецов, В. А., Смирнов, Д. В. Использование штаммов *Bacillus subtilis* для повышения устойчивости растений к фитопатогенам. Защита и карантин растений, 2018, № 11, с. 23–27. – (Статья, фокусирующаяся на конкретном микробном агенте).
4. Волков, Г. В., Петрова, Е. Л. Роль грибов рода *Trichoderma* в биологическом контроле почвенных фитопатогенов. Агрохимия, 2019, № 3, с. 45–52. – (Пример статьи по антагонистическим грибам).
5. Иванова, М. Н., Сидоров, О. А. Биотехнологические подходы к созданию устойчивых сортов растений в рамках интегрированной защиты. Вестник сельскохозяйственной науки, 2021, № 2, с. 88–95. – (Рассматривает более широкий контекст применения биотехнологий).

РИСК ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, АССОЦИИРОВАННЫЙ С ГМО И ГМ ПРОДУКТАМИ ПИТАНИЯ

Семенова В.А.

ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет»

Кафедра биологической и химической технологии

Научный руководитель-старший преподаватель кафедры

Едноровская О.В.

Актуальность: Генетически модифицированные организмы (ГМО) и генетически модифицированные (ГМ) продукты питания вызывают широкую дискуссию в научном сообществе и обществе в целом. Оценка потенциальных рисков для здоровья человека и окружающей среды, связанных с их использованием, является актуальной задачей.

Цель исследования: Целью данного исследования является анализ и систематизация имеющихся научных данных о потенциальных рисках для здоровья человека и окружающей среды, связанных с употреблением ГМ продуктов питания и культивированием ГМО.

Материалы и методы исследования: Проведен анализ научных публикаций, отчетов международных организаций (ВОЗ, ФАО), данных национальных регуляторных органов, а также результатов экспериментальных исследований *in vitro* и *in vivo*. Использованы методы систематического обзора, мета-анализа и сравнительного анализа.

Результаты исследования: Анализ научной литературы выявил ряд потенциальных рисков для здоровья человека и окружающей среды, связанных с использованием ГМО и ГМ продуктов питания.

Генетическая модификация может приводить к экспрессии новых белков, которые могут оказывать токсическое воздействие на организм человека. Токсичность может проявляться в виде различных эффектов, таких как нарушение функций органов и систем, снижение иммунитета и развитие опухолей [1].

Употребление ГМ продуктов может оказывать влияние на состав и функции микробиоты кишечника. Микробиота играет важную роль в поддержании здоровья человека, участвуя в пищеварении, иммунной защите и синтезе витаминов. Изменение состава микробиоты может приводить к различным нарушениям здоровья, таким как воспалительные заболевания кишечника, ожирение и метаболический синдром [2].

Таблица 1 – Список потенциальных аллергенов, обнаруженных в ГМ продуктах

ГМ продукт	Потенциальный аллерген	Описание
ГМ соя	Gly m Bd 30K	Белок, связывающий жирные кислоты, может вызывать аллергические реакции у людей, чувствительных к сое.
ГМ кукуруза	Cry1Ab	Bt-токсин, используемый для защиты от насекомых-вредителей.
ГМ рис ("Золотой рис")	Белки, используемые для синтеза бета-каротина	Потенциальная аллергенность требует дальнейшего изучения.
ГМ хлопок	Cry2Ab	Bt-токсин, используемый для защиты от насекомых-вредителей. Потенциальная аллергенность требует дальнейшего изучения.
ГМ рапс	Ole e 1-подобные белки	Белки, структурно сходные с известными аллергенами, что вызывает опасения.
ГМ картофель	Новые белки, экспрессируемые для устойчивости к вредителю	Потенциальная аллергенность требует дальнейшего изучения.
ГМ сахарная свекла	Белки, связанные с устойчивостью к глифосату	Хотя глифосат сам по себе не является аллергеном, белки, обеспечивающие устойчивость к нему, могут вызывать аллергические реакции у некоторых людей.

Существует вероятность появления новых аллергенов или усиления существующих в ГМ продуктах. Это связано с тем, что генетическая модификация может приводить к экспрессии новых белков, которые могут вызывать аллергические реакции у чувствительных людей [3]. В таблице 1 представлен список потенциальных аллергенов, обнаруженных в различных ГМ продуктах (табл. 1).

Существует теоретическая возможность горизонтального переноса генов из ГМО в микроорганизмы окружающей среды, включая микроорганизмы, обитающие в кишечнике человека. Это может приводить к появлению новых свойств у микроорганизмов, таких как устойчивость к антибиотикам [4].

Широкое использование ГМ культур, устойчивых к гербицидам и инсектицидам, может приводить к развитию устойчивости у сорняков и вредителей. Это требует применения более высоких доз гербицидов и инсектицидов, что может оказывать негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека [5].

ГМО могут оказывать негативное воздействие на нецелевые организмы, такие как полезные насекомые и другие организмы в экосистеме. Например, ГМ кукуруза, экспрессирующая Vt-токсин, может оказывать токсическое воздействие на бабочек и других насекомых [6].

Выводы. Несмотря на то, что большинство ГМ продуктов, допущенных к использованию, проходят тщательную оценку безопасности, анализ научной литературы выявил потенциальные риски для здоровья человека и окружающей среды, связанные с их использованием. Эти риски включают аллергенность, токсичность, воздействие на микробиоту кишечника, горизонтальный перенос генов, развитие устойчивости к гербицидам и инсектицидам, а также воздействие на нецелевые организмы. Необходимы дальнейшие исследования для более полной оценки этих рисков, разработки эффективных мер по их минимизации и совершенствования системы регулирования ГМО и ГМ продуктов питания. Важно также обеспечить прозрачность и доступность информации о ГМО для потребителей, чтобы они могли принимать осознанные решения о своем питании.

Список литературы

1. Юсуфова К.С. Исследования безопасности генетически модифицированных организмов //Актуальные проблемы развития науки в современном мире. – 2021. – С. 266-271.
2. Трапезникова К.Э., Шевцова Д.И., Волкова Т.И. Влияние ГМО на здоровье человека //Научное сообщество студентов XXI столетия. Общественные науки. – 2021. – С. 59-64.
3. Хабибуллина З.Р. Значение ГМО в обеспечении населения продуктами питания и их безопасность //Молодежные разработки и инновации в решении приоритетных задач АПК. – 2020. – С. 222-224.
4. Куликов А.М. ГМО и риски их использования. Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова Российской Академии Наук, Москва - 16 с.
5. Султыгова Х.А. Использование генетически модифицированных организмов в сельском хозяйстве: преимущества и риски //Актуальные исследования. – 2023. – № 49 (179). – С. 79-81.
6. Чучулина Е.О. ГМО: польза или вред //Вестник науки. – 2019. – Т. 4. – № 6 (15). – С. 130-134.

СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА И ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ

Юркова Е.Н.

Российский государственный социальный университет

Колледж РГСУ

Научный руководитель – Новиков А.В.

Актуальность. В современном мире, характеризующемся высокой степенью урбанизации и промышленного развития, вопрос о загрязнении атмосферного воздуха приобретает особую значимость. Города становятся эпицентрами концентрации вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу предприятиями, транспортом и другими источниками. Эти вещества, в частности, мелкодисперсные частицы (PM2.5 и PM10), диоксид азота (NO₂) и озон (O₃), оказывают пагубное воздействие на здоровье человека, провоцируя респираторные заболевания, сердечно-сосудистые патологии, аллергические реакции и даже повышая риск развития онкологических заболеваний. В связи с этим, становится очевидной необходимость разработки и внедрения эффективных систем мониторинга качества воздуха, способных не только оперативно отслеживать уровень загрязнения, но и предоставлять информацию о состоянии атмосферы населению. Особую ценность представляет изучение восприятия населением этой информации и понимания ее связи со здоровьем.

Цель исследования – изучение мнения населения о системах мониторинга качества воздуха и их влиянии на осознание рисков для здоровья. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи. Выявить уровень осведомленности населения о существующих системах мониторинга качества воздуха в их регионе. Оценить степень доверия населения к информации, предоставляемой системами мониторинга качества воздуха.

Изучить, как информация о качестве воздуха влияет на поведение и принятие решений населением в отношении защиты своего здоровья. Определить потребности населения в дополнительной информации о качестве воздуха и способах снижения негативного воздействия загрязнения на здоровье. Разработать рекомендации по улучшению систем информирования населения о качестве воздуха с целью повышения их эффективности.

Материалы и методы исследования. В качестве основного метода исследования было выбрано опросное исследование в форме анкетирования. Опрос проводился среди жителей Москвы, представляющих различные возрастные и социальные группы [4]. Выборка была сформирована с учетом пропорционального представительства основных социально-демографических групп населения. Анкета включала вопросы, направленные на выявление: социально-демографических характеристик респондентов (возраст, пол, образование, род занятий); уровня осведомленности о системах мониторинга качества воздуха (знание о существовании, источниках информации); степени доверия к информации о качестве воздуха (оценка достоверности, понимание); изменений в поведении, связанных с информацией о качестве воздуха (использование средств защиты, изменение маршрутов передвижения, отказ от определенных видов деятельности); потребности в дополнительной информации (какие параметры важны, как должна быть представлена информация).

Результаты исследования. Результаты опроса показали, что 70% респондентов знают о существовании систем мониторинга качества воздуха в Москве. 40% респондентов утверждают, что информация о качестве воздуха влияет на их здоровье [1, 3]. Наиболее распространенными действиями являются кашель и головное окружение. Большинство респондентов выразили потребность в получении более подробной информации об опасности плохого качества воздуха, например:

Зная состав, можно понять степень опасности для здоровья (например, наличие канцерогенных веществ).

Интерес к информации, привязанной к их району проживания, а не общим данным по городу.

Прогнозы качества воздуха. Информация о том, каким будет качество воздуха в ближайшие часы или дни.

Возможность планировать свою деятельность, избегать мест с высоким уровнем загрязнения и принимать меры предосторожности [2].

Влияние различных уровней загрязнения на конкретные заболевания. Какая концентрация загрязняющих веществ считается безопасной для людей с астмой, сердечно-сосудистыми заболеваниями или другими хроническими состояниями.

Таблица 1 – Степень влияния информации о загрязнении воздуха на поведение различных групп населения

Возрастная группа	Используют маски/респираторы (%)	Избегают прогулок в часы пик загрязнения (%)	Установили очиститель воздуха (%)
18-25 лет	10	10	5
26-45 лет	25	20	20
46-65 лет	25	25	25
Старше 65 лет	40	45	50

По таблице видно, что использование масок и респираторов, а также избегание прогулок в часы пик загрязнения, становятся более распространенными с увеличением возраста респондентов. Установка очистителей воздуха также демонстрирует тенденцию к росту с возрастом. Это говорит о том, что люди старшего возраста, вероятно, более осведомлены о рисках, связанных с загрязнением воздуха, и более склонны предпринимать меры для защиты своего здоровья, чем молодые люди.

Выводы. Результаты проведенного опроса свидетельствуют о том, что системы мониторинга качества воздуха играют важную роль в информировании населения о состоянии окружающей среды и связанных с этим рисках для здоровья. Однако, существуют проблемы, связанные с уровнем осведомленности населения, степенью доверия к информации и ее влиянием на поведение.

Для повышения эффективности систем мониторинга качества воздуха необходимо:

1. Повышать осведомленность населения о существующих системах и источниках информации.
2. Разрабатывать и внедрять образовательные программы, направленные на повышение экологической грамотности населения.
3. Предоставлять населению практические рекомендации по снижению негативного воздействия загрязнения воздуха на здоровье.
4. Улучшать систему информирования населения, используя современные информационные технологии и каналы коммуникации.

Список литературы

1. Белоус, А. В. Экологические риски и управление качеством воздуха в промышленных регионах / А. В. Белоус // Проблемы теории и практики естественных и технических исследований: Сборник научных статей. – Ульяновск: ИП Кенешенская Виктория Валерьевна (издательство "Зебра"), 2024. – С. 226-228. – EDN LZVBGU.
2. Кадочников, А. А. Разработка системы сбора данных для мониторинга состояния атмосферного воздуха в Красноярском крае / А. А. Кадочников // ИнтерКарто. ИнтерГИС. – 2021. – Т. 27, № 2. – С. 205-217. – DOI 10.35595/2414-9179-2021-2-27-205-217. – EDN PRMDEL.
3. Мобильная геолокационная система анализа и контроля углекислого газа в городской среде / С. Л. Бондаренко, Г. Ф. Басов, С. В. Филимонова, Н. Е. Филимонов // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (экология-2021) : материалы XVII Международной научно-технической конференции: в 2 томах, Уфа, 19 мая 2021 года. Том 1. – Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2021. – С. 244-250. – EDN LUCNTW.
4. Новиков, А. В. Влияние экологии города на здоровье населения / А. В. Новиков, Д. Е. Саньков, О. В. Сумарукова // Окружающая среда и здоровье населения: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, Курск, 23 октября 2024 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2024. – С. 134-137. – EDN KWIBWK.

VI. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОИСКА ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ, ОБЛАДАЮЩИХ ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ

АНТАГОНИСТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА «СПОРОБАКТЕРИН» В ОТНОШЕНИИ ТЕСТ ШТАММОВ УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Жукова Е.В., Ефремова Н.Н.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра микробиологии, вирусологии и иммунологии
Научный руководитель – к.б.н., доцент Ефремова Н.Н.

Актуальность. Микрофлора человека играет важную роль в поддержании физиологического равновесия организма. Она участвует в обменных процессах, синтезе витаминов, ферментов и биологических активных веществ, а также препятствует размножению патогенных микроорганизмов. Нарушение нормального микробиоценоза, возникающее под влиянием антибиотиков, стрессовых факторов или инфекционных заболеваний, приводит к развитию дисбактериоза, сопровождающегося снижением иммунной защиты [2].

В комплексном лечении дисбактериоза входят препараты из различных фармакологических групп, и том числе препараты пробиотиков. Пробиотики – это большая группа лекарственных препаратов представляет собой полезные живые микроорганизмы с высокой антагонистической активностью в отношении патогенных и условно-патогенных микроорганизмов и оказывающие положительное воздействие на организм, восстанавливая нормальный состав микрофлоры [1,3].

Широкое применение в практической медицине получили препараты из группы спорообразующих самоэлиминирующих пробиотиков. Препарат «Споробактерин», содержащий штамм *Bacillus subtilis* 534 используют для нормализации микрофлоры кишечника, профилактики и лечения кишечных и гнойно-воспалительных заболеваний. Фармакологическое действие «Споробактерина» основано на антагонистическом воздействии на патогенные и условно-патогенные микроорганизмы [4].

Цель исследования – изучение антагонистической активности пробиотического препарата «Споробактерин» в отношении музейных тест-штаммов условно-патогенных микроорганизмов: *Candida albicans* ATCC 885-653, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 и *Proteus vulgaris* ATCC 6380.

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования использовался препарат «Споробактерин», содержащий взвесь биомассы живых бацилл *Bacillus subtilis* 534 в концентрации не менее 1×10^9 КОЕ/мл.

В работе использовались музейные штаммы культур бактерий: *Candida albicans* ATCC 885-653, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 и *Proteus vulgaris* ATCC 6380.

Антагонистическую активность определяли методом отсроченного антагонизма (по Фредерик), основанным на способности пробиотических штаммов выделять вещества (бактериоцины, протеолитические ферменты, лизоцим), ингибирующие рост других микроорганизмов.

Результаты исследования. Для получения чистой культуры *Bacillus subtilis* 1 мл препарата «Споробактерин» вносили в 4 мл мясопептонного сахарного бульона и инкубировали при 37 °С. После роста культуры выполняли посев на скошенный агар. Далее проводили посев уколом пробиотического штамма культуры *Bacillus subtilis* 534 на поверхность чашек Петри с МПА (1,5%) и инкубировали в термостате при ($t=37^\circ\text{C}$) в течение 24 часов. Затем выросшую культуру инактивировали парами хлороформа и на поверхность питательной

среды на сланивали суспензию тест-штаммов условно патогенных микроорганизмов. Для этого 0,1 мл взвеси суточных культур музейных штаммов вышеперечисленных микроорганизмов (концентрация бактерий 10^9 КОЕ по стандарту мутности) смешивали с 5 мл расплавленного и охлажденного (до температуры 46–48°C) полужидкого агар. Чашки инкубировали в термостате при ($t=37^\circ\text{C}$) в течение 24 часов. На следующий день измеряли диаметры зон ингибирования роста тест-культур в мм вокруг колонии микроба-антагониста.

В зависимости от размера зоны угнетения роста музейных исследуемых штаммов определяли степень антагонистической активности: очень высокую (зона угнетения роста выше 20 мм), высокую (от 15 до 20 мм), среднюю (от 10 до 15 мм) и слабую (до 8 мм).

В ходе эксперимента установлена вариабельность антагонистической активности штамма *Bacillus subtilis* 534 в зависимости от вида микроорганизма. Зарегистрирована активность: высокая в отношении *Escherichia coli*, средняя – к *Proteus vulgaris* и *Pseudomonas aeruginosa* и низкая к *Staphylococcus aureus* и *Candida albicans*.

Вывод. Проведенное исследование подтверждает факт антагонистического воздействия штамма *Bacillus subtilis*, входящего в состав спорообразующих самоэлиминирующих пробиотиков (коммерческое название «Споробактерин») на рост и размножение исследуемых музейных тест-штаммов: *Candida albicans* ATCC 885-653, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Proteus vulgaris* ATCC 6380. Анализ полученных результатов свидетельствует о возможности применения препарата «Споробактерин» при состояниях обусловленных избыточным ростом грамотрицательных микроорганизмов.

Список литературы

- Ефременкова О. В. и др. Индукция и стабилизация антибактериальной активности у пробиотического штамма *Bacillus subtilis* 534 // Антибиотики и химиотерапия. – 2022. – Т. 67. – №. 9-10. – С. 4-10.
- Лазарев С. А. и др. Исследование пробиотической активности метаболитов бактерий *Bacillus subtilis* при экспериментальном дисбиозе у мышей // БИОпрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. – 2023. – Т. 23. – №. 3-1. – С. 431-442.
- Морозова М. В. и др. Влияние *Bacillus subtilis* BS20 на физиологические и иммунные показатели мышей мутантной линии *Msc2^{-/-}* // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2024. – №. 2. – С. 208-216.
- Пеньдюхова А. С. и др. Пробиотические консорциумы: структура и антагонистическая активность в отношении условно-патогенных бактерий и нормобиоты человека (на примере *Escherichia coli*) in vitro // Acta biomedica scientifica. – 2023. – Т. 8. – №. 4. – С. 20-31.

ПОЛУЧЕНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗАТА ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРОВИ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ПЕРЕВИВАЕМЫХ КЛЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР

Киктева В.П., Мясоедов Ю.М.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра микробиологии, вирусологии, иммунологии

Актуальность. Промышленное производство медицинских иммунобиологических препаратов осуществляется с использованием различных клеточных культур. Эти культуры выращиваются на синтетических питательных средах, с добавлением сывороток крови животных, обеспечивающих необходимые условия для роста и размножения клеток [1].

Сыворотку крови получают от здоровых животных-доноров. В соответствии разработанного технологического цикла происходит фракционирование форменных элементов крови от сыворотки. При этом форменные элементы крови подлежат утилизации. Однако утилизируемые форменные элементы могут использоваться для культивирования клеток, как дополнительный источник органических соединений и микроэлементов, после деполимеризации

высокомолекулярных компонентов и последующей очистки. Среди методов деполимеризации высокомолекулярных соединений клеточных элементов оптимальным вариантом является ферментативный гидролиз [2].

Цель исследования – получение ферментативного гидролизата форменных элементов крови животных-доноров и оценка пролиферативной активности при культивировании клеточных культур.

Материалы и методы исследования. Технология получения ферментативного гидролизата форменных элементов крови состояла из следующих этапов: механическое измельчение форменных элементов крови; ферментативный гидролиз; очистка продукта гидролиза от нерастворимых примесей; удаление крупномолекулярных соединений; стерилизация ферментативного гидролизата; стерильная фасовка полученного продукта в стерильные флаконы.

Ферментативный гидролизат форменных элементов крови оценивали по ростостимулирующей активности. Оценку ростостимулирующей активности проводили с использованием перевиваемой линии фибробластов мышей - L-929 и культуры клеток миеломы мыши – NSO. Указанные культуры клеток культивировали на питательной среде RPMI-1640 с добавлением нормальной сыворотки крови. В указанную среду вносили 0,3% ферментативного гидролизата форменных элементов крови.

Влияние ферментативного гидролизата форменных элементов крови на культуры клеток оценивали по интенсивности прироста клеточной биомассы. Интенсивность прироста клеточной биомассы оценивали по коэффициенту, представляющего отношение концентрации клеток через 48 часов культивирования к посадочной клеточной концентрации. Посадочная концентрация используемых клеточных соответствовала 100 000 клеток/см³.

Результаты исследования. Проведённые исследования показали, что добавление ферментативного гидролизата форменных элементов крови в концентрации 0,3% к питательной среде увеличивает индекс пролиферации перевиваемых линий клеток до значений 3,0-4,0. Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица – Индекс пролиферации клеточных культур при использовании ферментативного гидролизата форменных элементов крови

№ партии ферментативного гидролизата форменных элементов крови	Индекс пролиферации, при использовании клеточной линии	
	NSO	L-929
№ 1	4,5	4,4
№ 2	4	4,2
Контроль (без добавления гидролизата)	3,0	3,5

В результате проведенных исследований было установлено, что значения индексов пролиферации клеточных культур: NSO и L-929 превышали значение 4, что свидетельствует о выраженной биологической активности ферментативного гидролизата форменных элементов крови [2].

При оценке индекса пролиферации также определяли процент жизнеспособных клеток. Исследованиями выявлено, что жизнеспособность клеток во всех экспериментах была не менее 80%.

Таким образом, полученные данные подтверждают перспективность использования ферментативного гидролизата форменных элементов крови в качестве дополнительного источника органических и минеральных соединений к питательной среде.

Выводы. 1. Лабораторным путём изготовлен ферментативный гидролизат форменных элементов крови.

2. Ферментативный гидролизат форменных элементов крови при добавлении в количестве 0,3% к питательной среде обуславливает индекс пролиферации не менее 4.

Список литературы

1. Требования к клеточным культурам, используемым для производства и контроля качества иммунобиологических лекарственных препаратов/ Н.В. Шалунова, В.А. Меркулов, А.В. Комратов, Е.М. Петручук, И.С. Семенова, А.Р. Волгин, Г.А. Трусов// Вестник НЦЭСМП.- 2013.- №1.-С. 28-32.
2. Сравнительный анализ активности гидролизатов белков крови / М.Н. Гусева, М.А. Шевченко, М.И. Доронин, Д.В. Михалишин, О.Е. Федорова, Н.Д. Клюкина/ Актуальные вопросы ветеринарной биологии № 2 (42).- 2019.- С. 22.-27.

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ГИПЕРЦИНКЕМИИ НА МИКРОБИОТУ ТОЛСТОЙ КИШКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ

Коклина Е.И., Парахина О.В., Ворсина Е.С.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра микробиологии, вирусологии, иммунологии

Научный руководитель – д.б.н., профессор Медведева О.А.

Актуальность. Для обеспечения нормального функционирования организма человека необходимы микроэлементы, ключевым из которых является цинк. В качестве ко-фактора цинк входит в состав более 200 ферментов, участвующих в катализе биохимических реакций, стабилизации белков, поддержании целостности мембран клеток, регуляции генной экспрессии. Цинк-зависимыми являются и некоторые гормоны, а именно: инсулин, кортикостероиды, гонадотропин, соматотропный гормон. В ионной форме цинк может влиять на всасывание кальция, фосфатов, железа, магния, меди в тонкой кишке, регулировать процессы апоптоза эпителиальной и соединительной ткани. Следует отметить, что в организме человека цинк не вырабатывается, поступающая извне вместе с пищей и подвергаясь всасыванию в кишечнике. Считается, что в физиологических дозах цинк не оказывает ингибирующего воздействия на кишечную микробиоту, в то время как его повышенные концентрации могут провоцировать развитие дисбиоза [2].

Цель исследования – изучить состояние микробиоты толстой кишки экспериментальных животных в условиях применения повышенных доз сульфата цинка ($ZnSO_4$).

Материалы и методы исследования. Эксперимент проводили на 30 крысах-самцах линии Вистар, которые были разделены на 5 групп: 1 – интактные животные; 2 – животные, получавшие $ZnSO_4$ в течение 7 суток; 3 – животные, получавшие $ZnSO_4$ в течение 14 суток; 4 – животные, получавшие $ZnSO_4$ в течение 21 суток; 5 – животные, получавшие $ZnSO_4$ в течение 28 суток. Исследуемое вещество ($ZnSO_4$) вводили ежедневно перорально в виде водного раствора, концентрация которого составила 0,42 г/л. При выведении животных из эксперимента отбирали биоптаты муцинового слоя толстой кишки и изучали качественный и количественный состав микроорганизмов методом хромато-масс-спектрометрии микробных маркеров [1,3].

Результаты исследования. В муциновом слое толстой кишки интактных животных преобладают неспорообразующие анаэробы: *Bifidobacterium* spp., *Lactobacillus* spp., *Eubacterium* spp., *Prevotella* spp., *Propionibacterium* spp. *Peptostreptococcus* spp. Суммарная доля вышеперечисленных бактерий составляет 72,6%. В изучаемом биотопе обнаруживаются клостридии (9,3%), представленные видами *Clostridium difficile*, *Clostridium ramosum*, *Clostridium perfringens*. Факультативно-анаэробные кокки: *Streptococcus* spp., *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*, – занимают около 5% состава микробиоты толстой кишки интактных животных. Энтеробактерии и актиномицеты составляют 4,5% и 8,6% детектированных микроорганизмов.

Воздействие повышенных концентраций $ZnSO_4$ в течение 7 суток не приводит к изменению качественного состава микробиоценоза муцинового слоя толстой кишки экспериментальных животных. При этом отмечается увеличение количества неспорообразующих анаэробов на 5,9% и снижение актиномицетов на 4,3%. Доли факультативно-анаэробных

кокков, клостридий и энтеробактерий оставались на уровне числовых значений определяемого показателя у интактной группы.

В условиях применения повышенных доз $ZnSO_4$ в течение 14 суток качественный состав микробиоты толстой кишки крыс не изменяется. Количество неспорообразующих анаэробов и энтеробактерий снижается на 8,9% и 2,2% по сравнению с интактной группой, численность клостридий и факультативно-анаэробных кокковых бактерий увеличивается на 7,2% и 3,1% соответственно.

На 21-е сутки эксперимента сохраняется тенденция к снижению количества резидентных представителей микробиоты толстой кишки. Так, доля неспорообразующих анаэробов уменьшается на 9,3%, энтеробактерий – на 3,0%, в то время как количество клостридий и факультативно-анаэробных кокков возрастает на 8,3% и 4,0% по сравнению с контрольными значениями.

Воздействие повышенных концентраций $ZnSO_4$ в течение 28 суток обуславливает изменение качественного состава микробиоценоза толстой кишки. В изучаемом биотопе у данной группы экспериментальных животных не регистрируются превотеллы, которые обнаруживаются у интактных крыс и крыс, получавших исследуемое вещество в течение 7, 14 и 21 суток. Количество неспорообразующих анаэробов и энтеробактерий к 28-м суткам эксперимента снижается на 11,2% и 3,2% соответственно по сравнению с интактными значениями. В отношении клостридий и факультативно-анаэробных кокков отмечается увеличение числовых значений определяемого показателя на 9,8% и 4,5%. Следует отметить, что количество актиномицетов на 14-е, 21-е и 28-е сутки эксперимента оставалось на уровне интактной группы.

Выводы. Поступление повышенных концентраций цинка в течение 7 суток вызывает увеличение количества неспорообразующих анаэробов (бифидобактерий, лактобацилл, эубактерий, пропионибактерий, превотелл, пептострептококков) в толстой кишке крыс. В условиях длительной гиперцинкемии нарушается качественный и количественный состав кишечной микробиоты экспериментальных животных.

Список литературы

1. Влияние хронического иммобилизационного стресса на состав представителей пристеночной микробиоты толстой кишки крыс / Е. С. Ворсина, О. А. Медведева, И. И. Бобынцев, А. О. Ворвуль // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2025. – Т. 179, № 6. – С. 718–722. – DOI: 10.47056/0365-9615-2025-179-6-718-722. – EDN: ZRMDAL.
2. Кайтмазова Н.К. Микробиота кишечника и ее влияние на организм // Современные вопросы биомедицины. 2022. №3 (20). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mikrobiota-kishechnika-i-ee-vliyanie-na-organizm> (дата обращения: 06.09.2025).
3. Состав микробного сообщества тонкой кишки крыс в условиях иммобилизационного стресса различной длительности / Е. С. Ворсина, О. А. Медведева, И. И. Бобынцев [и др.] // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2025. – Т. 180, № 9. – С. 332–337. – DOI: 10.47056/0365-9615-2025-180-9-332-337. – EDN: BVNRKI.

РАЗРАБОТКА ПРОТИВОМИКРОБНОЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ ФОРМЫ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ

Завидовская К.В., Едноровская О.В.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра биологической и химической технологии

Актуальность. Характерной чертой терапии в стоматологической практике выступает продолжительный контакт лекарственных препаратов с тканями ротовой полости. Для достижения длительного лечебного эффекта активные компоненты вводятся в состав гелей, мазей, трансдермальных систем, плёнок и аналогичных форм. В роли таких компонентов выступают антибактериальные препараты, витаминные комплексы, анальгетики, противовоспалительные и ранозаживляющие средства.

Целью проведённого научного изыскания являлось создание оптимизированного состава и технологической схемы изготовления биоразлагаемых плёночных лекарственных форм, включающих природные источники биологически активных веществ, одним из которых была выбрана сине-зелёная микроводоросль *Spirulina platensis*, известная своим уникальным биохимическим профилем и потенциальной эффективностью в области медицины.

Микроводоросли *Spirulina platensis* содержат богатый спектр природных биологически активных молекул, включая белки, каротиноиды, полисахариды, антиоксиданты, микроэлементы и витамины группы В, С, Е, бета-каротин и многие другие полезные вещества, играющие важную роль в поддержании здоровья человеческого организма.

Материалы и методы исследования. Разработанные составы включают гидроксипропилметилцеллюлозу, желатин и карбоксиметилцеллюлозу в качестве полимера-носителя. Процесс производства плёнок включал ряд последовательных этапов, каждый из которых имел важное значение для конечного результата. Прежде всего готовилась базовая полимерная основа, после чего в неё вносились сухие порошкообразные экстракты *Spirulina platensis*, содержащие широкий ассортимент биоактивных компонентов. Затем добавлялись дополнительные вспомогательные ингредиенты, обеспечивающие улучшение эксплуатационных характеристик готового изделия. После смешивания всех компонентов смесь распределялась равномерно по форме, подвергалась процессу высушивания, после которого производился строгий контроль качества полученного материала, упаковка и хранение образцов для дальнейших испытаний.

Полученный продукт оценивали по ряду ключевых показателей, отражающих качество изготовленных плёнок и пригодность их для клинического применения. Важнейшими характеристиками являлись сохранение необходимой степени твёрдости при длительном хранении, высокая степень гидрофобности и водонабухаемости, отсутствие липкости, обеспечение достаточной эластичности и прочности, а также легкость аппликации на поверхность слизистой оболочки полости рта. Особое внимание уделялось показателям скорости высвобождения биологически активных веществ, поскольку именно этот показатель определяет продолжительность терапевтического воздействия препарата.

Результаты исследования. Анализ полученных результатов показал, что применение комбинации желатина и метилцеллюлозы в качестве полимерных матриц позволяет значительно увеличить способность плёнок поглощать воду, обеспечивая прочное сцепление с влажными поверхностями и равномерное распределение биоактивных компонентов. Такая комбинация способствует постепенному выделению биоактивных элементов, обеспечивая стабильное пролонгированное поступление лекарственных веществ в зону воспаления.

Выводы. Проведённое исследование позволило разработать эффективные рецептуры и технологию изготовления уникальных медицинских изделий – специальных противомикробных плёнок, обогащённых натуральным компонентом растительного происхождения – водорослью *Spirulina platensis*. Полученные плёнки отвечают установленным международным стандартам качества и демонстрируют высокий уровень клинической эффективности

при лечении хронических воспалительных процессов инфекционного характера, протекающих на слизистых оболочках полости рта.

Список литературы

1. Влияние новых биологически активных соединений на противомикробную и иммуномодулирующую активность, Хапчаева Д.А., Тихонова Я.В., Осташко Т.В., Завидовская К.В., Лазурина Л.П., В сборнике: Моделирование и прогнозирование развития отраслей социально-экономической сферы. материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 189-191.
2. Изучение возможности применения хитозана в полимерных лекарственных пленках, Завидовская К.В., В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. Сборник научных трудов по материалам X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 25-летию биотехнологического факультета и 20-летию кафедры биологической и химической технологии. 2017. С. 57-58.
3. К вопросу изучения антимикробной активности пленок, Алиева Д.А., Завидовская К.В., В сборнике: Горизонты биофармацевтики - 2017. Сборник материалов Международной научно-практической молодежной конференции, посвященной 25-летию биотехнологического факультета. 2017. С. 39-41.
4. К вопросу применения антибиотиков в пищевой промышленности, Романова С.А., Завидовская К.В., Дорохова Я.С., В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Курский государственный медицинский университет. 2018. С. 54-55.
5. Разработка антимикробного состава глицерогелей для пищевых дисперсий, Завидовская К.В., Корзанова Ю.В., Зайцева Т.Н., В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Курский государственный медицинский университет. 2018. С. 106-108.

СИНТЕЗ И ОЦЕНКА АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ НОВОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И ЭКСТРАКТА *ARTEMISIA ANNUA L.*

Ледков К.А.

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова,
г. Архангельск
Нефтегазовое дело

Актуальность. Рост антибиотикорезистентности у грамотрицательных и грамположительных микроорганизмов является одной из ключевых угроз глобальному здравоохранению. Поиск новых антимикробных средств на основе природных соединений с многокомпонентным механизмом действия представляет особый интерес. Хитозан, обладающий биосовместимостью и собственной антимикробной активностью, может служить матрицей для доставки биоактивных веществ. Полынь однолетняя (*Artemisia annua L.*), содержащая артемизинин и фенольные соединения, проявляет синергетическую антимикробную активность [1].

Цель исследования – синтезировать наночастицы хитозана, инкапсулирующие спиртовой экстракт *Artemisia annua L.*, и оценить их антимикробные свойства *in vitro* в отношении *Staphylococcus aureus* и *Pseudomonas aeruginosa*.

Материалы и методы исследования. Наночастицы хитозана (НЧХ) синтезировали методом ионной гелеации с триполифосфатом натрия. Экстракт *Artemisia annua L.* (ЭАА) получали методом мацерации из сырья, заготовленного в фазе цветения. Инкапсулирование осуществляли путём введения экстракта на стадии гелеации. Характеризацию комплекса

(НЧХ/ЭАА) проводили методами динамического светорассеяния (DLS) и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ).

Выход инкапсуляции определяли спектрофотометрически: после центрифугирования (15 000 g, 20 мин) измеряли количество неинкапсулированного экстракта в супернатанте при $\lambda = 280$ нм. Разница между исходным количеством экстракта и его остаточной концентрацией в растворе позволяла рассчитать эффективность инкапсуляции.

Антимикробную активность исследовали методом серийных разведений для определения минимальной ингибирующей (МИК) и бактерицидной концентрации (МБК) [3]. Антибиофленочную активность оценивали по способности ингибировать формирование биоплёнок методом окрашивания кристаллическим фиолетовым [2].

Результаты исследования. Средний гидродинамический диаметр частиц составил 145 ± 12 нм, индекс полидисперсности – 0,21, что подтверждает однородность образца. СЭМ показала сферическую форму наночастиц с гладкой поверхностью без признаков агрегации. Эффективность инкапсуляции экстракта составила 78,3%, что свидетельствует о хорошей способности хитозана удерживать биоактивные компоненты.

Комплекс проявил выраженную антимикробную активность в отношении обеих культур. Для *S. aureus* МИК составила 64 мкг/мл, МБК – 128 мкг/мл, что указывает на бактерицидное действие. Для *P. aeruginosa* значения МИК и МБК составили 128 и 512 мкг/мл соответственно, что соответствует бактериостатическому эффекту [1].

На модели биоплёнок наблюдалось достоверное снижение биомассы: на 65% для *S. aureus* и на 48% для *P. aeruginosa* при концентрации $2 \times \text{МИК}$ по сравнению с контролем [1]. Полученные данные позволяют предположить, что поликатионная структура хитозана нарушает целостность клеточной оболочки, а соединения экстракта дополнительно усиливают антимикробное действие комплекса.

Таблица 1 – Минимальные ингибирующие (МИК) и бактерицидные (МБК) концентрации наночастиц НЧХ/ЭАА

Тест-микроорганизм	МИК (мкг/мл)	МБК (мкг/мл)	Тип действия
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	64	128	бактерицидное
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	128	512	бактериостатическое

Выводы. Методом ионной гелеации успешно синтезированы стабильные наночастицы хитозана, инкапсулирующие экстракт *Artemisia annua* L., со средним размером 145 нм. Комплекс НЧХ/ЭАА проявляет выраженную антимикробную и антибиофленочную активность в отношении грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов. Полученные результаты позволяют рассматривать НЧХ/ЭАА как перспективную основу для разработки новых антимикробных препаратов местного действия для борьбы с инфекциями, ассоциированными с биоплёнками.

Список литературы

1. Койкова О.Е., Лупинина А.А., Хрусталева В.В. Антибактериальные и антибиофленочные свойства нанокмппозитов на основе хитозана и полифенолов // Acta Biomedica Scientifica. – 2021. – Т. 6, № 5. – С. 112-122.
2. Радченко О.С., Меньшикова Л.М., Потапович А.И. Методы оценки антибиофленочной активности наноматериалов *in vitro* // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. – 2020. – Т. 22, № 1. – С. 45-52.
3. ГОСТ ISO 20776-1-2017. Испытания на чувствительность к противомикробным химиотерапевтическим препаратам *in vitro*.

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ, СВОЙСТВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ 2-(АКРИДИН-9-ИЛТИО)-1-АРИЛЭТАН-1-ОНОВ

Маркова Ю.А.¹, Кудрявцева Т.Н.¹, Климова Л.Г.²

¹ Курский государственный университет

Кафедра химии

² Курский государственный медицинский университет

Кафедра микробиологии, вирусологии, иммунологии

Актуальность. Азотсодержащие полиядерные гетероциклические системы, к которым относятся производные акридина, являются актуальными соединениями в фармакологической химии благодаря широкому спектру биологической активности [1, 2]. Особый интерес представляют молекулы, сочетающие акридиновый фрагмент с другими фармакофорными группами. В данном контексте перспективными соединениями являются 2-(акридин-9-илтио)-1-арилэтан-1-оны – соединения, в которых акридиновый фрагмент связан через тиоэфирный мостик с арилкетонной группой. Такая структура открывает возможности для направленного синтеза новых конденсированных гетероциклических систем с потенциальной биологической активностью. В представленной работе обобщены результаты исследований, посвященных синтезу, изучению химических превращений и оценке биологической активности данного класса соединений.

Цель исследования – отработать и усовершенствовать методики направленного синтеза новых производных акридина, содержащих тиоэфирный и кетонный фрагменты, получить на их основе перспективные биологически активные конденсированные гетероциклические системы, в частности тиопирано[4,3,2-kl]акридин.

Материалы и методы исследования. 2-Метокситиоакридон, тиоакридон, пиридин, перекристаллизация, тонкослойная хроматография, хромато-масс-спектрометрия, ИК-спектроскопия.

Результаты исследования.

Ключевым этапом в получении целевых 2-(акридин-9-илтио)-1-арилэтан-1-онов являлась реакция S-алкилирования тиоакридонов фенацилбромидом.

Исходные 9-тиоакридоны синтезировали из соответствующих акридонов, которые, в свою очередь, получали циклизацией N-фенилантраниловых кислот в полифосфорной кислоте. Осернивание акридонов проводили с помощью пентасульфида фосфора (P_4S_{10}) в среде пиридина (рис. 1).

Реакция тиоакридонов с фенацилбромидом протекала селективно по атому серы с образованием 2-(акридин-9-илтио)-1-фенилэтан-1-онов. Направление реакции было подтверждено не только данными ИК- и масс-спектрометрии, но и результатами квантово-химических расчетов, выполненных в программном комплексе Gaussian. Расчеты показали, что образование S-алкилированного продукта термодинамически и кинетически более выгодно ($\Delta G = -12.21$ кДж/моль, $E_a = 111.24$ кДж/моль) по сравнению с N-алкилированным изомером [3].

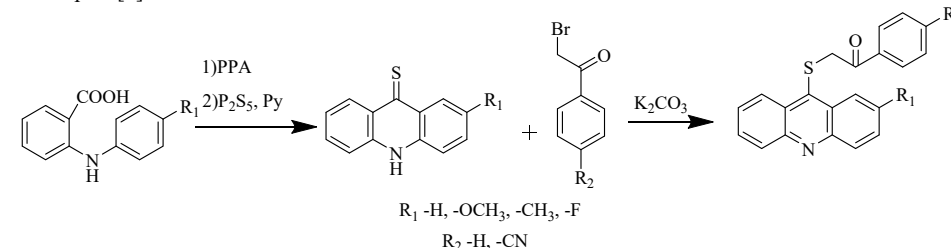


Рисунок 1. Схема синтеза 2-(акридин-9-илтио)-1-арилэтан-1-онов

Было установлено, что наличие метокси-, метильной групп или атома фтора в положении 2 акридинового ядра не оказывает существенного влияния на направление и выход реакции алкилирования [4].

Исследование реакционной способности полученных кетонов выявило как их синтетический потенциал, так и ограничения.

Были предприняты попытки получения оксимов, гидразонов и тиосемикарбазонов путем взаимодействия с гидроксисилином, гидразином и тиосемикарбазидом. Аналогично, изучалась возможность проведения альдольно-кетоновой конденсации с п-нитробензальдегидом. Однако во всех случаях, согласно данным хромато-масс-спектрометрии, образовывались сложные смеси продуктов, в которых в значительном количестве идентифицировались исходные акридоны. Это свидетельствует о низкой стабильности тиозфирного мостика $-CH_2-S-$ в данных соединениях в условиях основного катализа и повышенной температуры, что приводит к деструкции молекулы.

Наиболее успешным направлением модификации оказалась кислотно-катализируемая внутримолекулярная циклизация, приводящая к образованию конденсированных тиопирано[4,3,2-kl]акридинов. Были опробованы два условия:

1. Циклизация в H_2SO_4 : При использовании концентрированной серной кислоты для незамещенного производного акридина процесс сопровождался сульфированием ароматического кольца с образованием водорастворимой 4-(тиопирано[4,3,2-kl]акридин-3-ил)бензол-1,3-дисульфоновой кислоты, что затрудняло выделение продукта.

2. Циклизация в PPA (полифосфорной кислоте): Для 2-метоксизамещенного производного циклизация в полифосфорной кислоте прошла успешно без побочного сульфирования, что позволило выделить 4-метокси-3-фенилтиопирано[4,3,2-kl]акридин в виде малиново-красных кристаллов. Электронодонорная метокси-группа облегчает электрофильную атаку в положение 1 акридинового ядра, делая реакцию более эффективной (рис. 2). Структура полученных соединений была подтверждена методом хромато-масс-спектрометрического анализа.

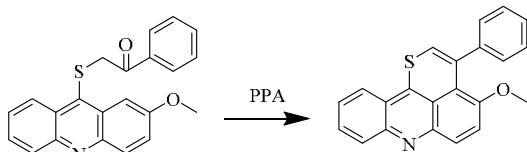


Рисунок 2. Циклизация 2-((2-метоксиакридин-9-ил)тио)-1-фенилэтан-1-она в полифосфорной кислоте

Биологическую активность полученных нами соединений прогнозировали при помощи веб-ресурса PASS Online PASS (Prediction of Activity Spectra for Substances), позволяющего анализировать зависимость «структура–активность».

Виртуальный скрининг (PASS Online): Прогноз для конечного продукта циклизации – 4-метокси-3-фенилтиопирано[4,3,2-kl]акридина – показал высокую вероятность проявления антибактериальной (в частности, против резистентных микобактерий туберкулеза), противовирусной (против вируса денге 2 типа) и противоопухолевой (против меланомы, аденокарциномы яичника) активности.

Экспериментальные исследования *in vitro*: предварительные испытания 4-метокси-3-фенилтиопирано[4,3,2-kl]акридина продемонстрировали его умеренную антибактериальную активность в отношении тест-штаммов *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* и *Candida albicans*.

Другие области применения: соединение, полученное циклизацией в серной кислоте (дисульфокислота), успешно апробировано в качестве кислотного красителя для шелка и шерсти, обладающего флуоресценцией, однако была отмечена его низкая светостойкость.

Выводы. Таким образом, 2-(акридин-9-илтио)-1-арилэтан-1-оны представляют собой важный прекурсор в синтезе новых биологически активных полициклических систем на основе акридина.

Список литературы

- Деева Э.Г., Павловская Я.В., Киселев О.И. Структурно-Функциональный Анализ Биологической Активности Производных Акридина // Вестник Российской Академии Медицинских Наук. - 2004. - С. 29-35.
- Vekariya R. H. et al. Phenacyl bromide: A versatile organic intermediate for the synthesis of heterocyclic compounds // Synthetic Communications. – 2018. – Т. 48. – №. 13. – Р. 1505-1533.
- Маркова Ю. А. Исследование направления реакции алкилирования тиаокридина фенацилбромидом с помощью квантово-химических расчетов // Приоритетные направления развития науки и технологий: Сборник докладов XXXV Международной научно-практической конференции (Тула, 25 декабря 2024 года). – Тула, 2024. – 192-193 с.
- Маркова Ю. А. Алкилирование различных производных тиаокридина фенацилбромидом / Ю. А. Маркова, Т. Н. Кудрявцева, Л. Г. Климова. – Текст : электронный // Проблемы теоретической и экспериментальной химии : тезисы докладов XXXV Российской молодежной научной конференции с международным участием, посвященной 165-летию со дня рождения Н. С. Курнакова (Екатеринбург, 22–25 апреля 2025 года). – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2025. – С. 443.

ПОЛУЧЕНИЕ ФЕТАЛЬНОГО ГЕМОГЛОБИНА РЕКОМБИНАНТНЫМ МЕТОДОМ В КУЛЬТУРЕ *E. COLI*

Отраднава А.О., Выставкина А.В.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра микробиологии, вирусологии, иммунологии
Научный руководитель – к.м.н., доцент Климова Л.Г.

Актуальность. Получение фетального гемоглобина (HbF) имеет значение для лечения заболеваний крови, таких как серповидноклеточная анемия и β -талассемия [6]. В недавних исследованиях было установлено, что повышение уровня HbF у взрослых может компенсировать дефекты гемоглобина взрослого человека.

Цель исследования – Обобщить современные литературные данные получения рекомбинантного фетального гемоглобина для использования в качестве исходного материала в инновационных методах терапии у больных с аномалиями гемоглобина.

Материалы и методы исследования. Сбор и анализ информации по материалам научной литературы.

Результаты исследования. Фетальный гемоглобин (HbF) является особым типом гемоглобина, который циркулирует в основном в кровотоке плода, а также новорожденных. Его содержание в крови детей перинатального периода составляет 70-80% от общего гемоглобина. В возрасте раннего детства фетальный гемоглобин замещается на взрослую форму гемоглобина, который составляет менее 1% [1]. Фетальный гемоглобин состоит из альфа (α) и гамма (γ) цепей ($\alpha_2\gamma_2$), тогда как гемоглобин взрослых (HbA), из альфа (α) и бета (β) цепей ($\alpha_2\beta_2$). За счёт генетических изменений в структуре белка фетальный гемоглобин (HbF) имеет более высокую аффинность к кислороду по сравнению с гемоглобином взрослого человека, что позволяет плоду эффективно связывать кислород из материнской крови [4].

В последние годы HbF стал объектом научных исследований с целью возможного его использования для лечения различных заболеваний. Повышение уровня HbF у взрослых направлено на смягчение симптомов гипоксии и заболеваний крови. Именно этот факт подогревает интерес к разработке методов для увеличения его синтеза у таких пациентов. В настоящее время фетальный гемоглобин получают в культуре бактерий кишечной палочки рекомбинантным методом [5].

На первом этапе рекомбинантным путем получают вектор pHE9 из генномодифицированных плазмид pTN9 и pTC-EM3 [5,7].

Трансформация клеток в *E. coli*. Для получения фетального гемоглобина необходим источник, в качестве которого в настоящее время используется культура *E. coli* штамм BL21(DE3). Который трансформируется путем включения в геном клеток *E. coli* плазмидной ДНК [5]. Поскольку плазмидная ДНК является вектором для переноса белка pHE9, кодирующего синтез белка – фетального гемоглобина. Экспрессия генов в *E. coli* контролируется промотором T7 [3].

Культивирование трансформированных *E. coli*. Трансформированные бактерии культивируют в подходящих питательных средах LB (Лурия-Бертани), TB (Terrific Broth) при оптимальной температуре 37°C, интенсивности перемешивания (состав питательной среды LB включает карбенициллин и δ-аминолевулиновую кислоту (ALA) в качестве предшественника гема) [2,5].

Индукция экспрессии генов. При достижении оптимальной концентрации бактериальной массы (количественные показатели определяют путем измерения оптической плотности) культуру охлаждают на льду 10 минут, добавляют индуктор и инкубируют при заданной температуре. Запуск экспрессии генов происходит при добавлении изопропил-β-галактопиранозид (IPTG) в культуру клеток, содержащих рекомбинантный вектор. IPTG инактивирует lac-репрессор, позволяя РНК-полимеразе связаться с промотором, и запустить синтез целевого белка.

При сверх экспрессии белка клетки *E. coli* не всегда обеспечивают правильную укладку белка, поэтому применяют индукцию при пониженной температуре 16°C. Однако при понижении температуры эндогенный шаперонный комплекс GroEL/ES кишечной палочки теряет активность, поэтому разработаны штаммы, способные продуцировать белок при низких температурах индукции.

Важными параметрами для оптимизации являются концентрация индуктора, температура индукции, время индукции и состав среды. Поэтому исходя из концентраций и составов сред часто применяют 2 способа индукции: 10 часов при 16 °C и 2 часа при 37 °C [2,3].

Белок, полученный из клеток *E. coli* подвергается очистке. Для этого используют метод ионообменной хроматографии. В основе которого лежит разделение белков по их заряду. Через 16,5 часов после индуцирования экспрессии белка клетки собирают центрифугированием, дважды промывают в 50 мМ (миллимолях на литр) Трис-HCl буфере при pH 8,5 [5].

Фетальный гемоглобин представляет собой уникальную молекулу с важными физиологическими функциями и перспективами применения в медицине. Основным направлением практического использования рекомбинантного HbF является его включение в состав моно и мульти компонентных кислородтранспортных растворов (кровезаменителей).

Список литературы

1. Анемия недоношенных детей: патогенез, диагностика, лечение и профилактика / Е.С. Сахарова, Е.С. Кешишян, Г.А. Алямовская // Ремедиум. – 2016.
2. Получение рекомбинантного ингибитора рибонуклеаз в *E. coli* для использования в синтезе мРНК *in vitro* / М.В. Захарова, А.А. Загоскин, Р.А. Иванов, М.О. Нагорных // Вестник РГМУ. – 2023. – № 6. – С. 36–44.
3. Хайруллин, Р.Ф. Экспрессия рекомбинантных белков в *E. coli*: учеб. пособие / Р.Ф. Хайруллин, Р.Г. Киямова, А.А. Ризванов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. – 142 с.
4. Dissection of the radical reactions linked to fetal hemoglobin reveals enhanced pseudoperoxidase activity / K. Ratanasopa, M.B. Strader, A.I. Alayash, L. Bulow // Frontiers in Physiology. – 2015. – Vol. 6. – Article 39.
5. Introducing negatively charged residues on the surface of fetal hemoglobin improves yields in *Escherichia coli* / K. Kettisen, L. Bulow // Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. – 2021. – Vol. 9. – Article 721794.
6. In Vitro and In Vivo Studies for the Investigation of γ-Globin Gene Induction by Adhatoda

vasica: A Pre-Clinical Study of HbF Inducers for β-Thalassemia / Iftikhar F, Rahman S, Khan MBN, Khan K, Khan MN, Uddin R and Musharraf SG (2022) // Front. Pharmacol. – 2022. – Vol. 13.

7. Structural and oxidative investigation of a recombinant high-yielding fetal hemoglobin mutant / Kettisen K, Nyblom M, Smeds E, Fago A and Bülow L // Front. Mol. Biosci. – 2023. – Vol. 10.

ИЗУЧЕНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ ПРЕПАРАТОВ ЦИНКА В ОТНОШЕНИИ ТЕСТ ШТАММОВ МИКРООРГАНИЗМОВ

Маркович Д.А., Маркович А.Д., Парахина О.В.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра микробиологии, вирусологии, иммунологии

Научный руководитель – Медведева О.А.

Актуальность: В связи с растущей антибиотикорезистентностью микроорганизмов, представляется важным углубленное изучение антимикробной активности препаратов цинка, с целью создания новых антимикробных лекарственных средств [1].

Цель исследования – оценить антимикробную активность препаратов, в состав которых входят соли цинка, против широкого спектра тест штаммов микроорганизмов, рекомендованных Государственной фармакопеей.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования являются порошок цинка (H_2O_2Zn), таблетки «ЛЕКОЛИКЕ ЦИНК АП» (действующее вещество – цитрат цинка $C_{12}H_{10}O_{14}Zn_3$), глазные капли «Оку-оку» ($ZnSO_4$). Антимикробную активность определяли в отношении факультативно-анаэробных микроорганизмов *Bacillus cereus* ATCC 10702, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, *Escherichia coli* ATCC 8739 и грибов *Candida albicans* ATCC 10231 методом диффузии в агар, с последующим измерением зоны ингибирования роста (ЗИР) [2].

Результаты исследования. Способность ингибировать рост грамположительных бактерий *Bacillus cereus* 10702 (таблица 1) и *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 (таблица 2) зарегистрирована у всех объектов исследования.

Таблица 1 – Зоны ингибирования роста (мм) в отношении грамположительных микроорганизмов *Bacillus cereus* 10702

Название препарата	Концентрация действующего вещества (%) / ЗИР (мм)			
	1	0,5	0,25	0,1
Порошок цинка	21 мм	18 мм	16 мм	11 мм
Таблетки «ЛЕКОЛИКЕ ЦИНК АП»	14 мм	0 мм	0 мм	0 мм
Глазные капли «Оку-оку»	15 мм	11 мм	9 мм	8 мм

Таблица 2 – Зоны ингибирования роста (мм) в отношении грамположительных микроорганизмов *Staphylococcus aureus* ATCC 6538

Название препарата	Концентрация действующего вещества (%) / ЗИР (мм)			
	1	0,5	0,25	0,1
Порошок цинка	18 мм	13 мм	0 мм	0 мм
Таблетки «ЛЕКОЛИКЕ ЦИНК АП»	11 мм	10 мм	9 мм	0 мм
Глазные капли «Оку-оку»	12 мм	11 мм	9 мм	8 мм

Максимальная ингибирующая активность в отношении *Bacillus cereus* 10702 и *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 зарегистрирована у порошка цинка. Прослеживается зависимость диаметра зоны ингибирования роста от концентрации действующего вещества.

Антимикробная активность исследуемых препаратов цинка зарегистрирована и в отношении грамотрицательных бактерий: *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 (таблица 3) и *Escherichia coli* ATCC 8739 (таблица 4).

Таблица 3 – Зоны ингибирования роста (мм) в отношении грамотрицательных микроорганизмов *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027

Название препарата	Концентрация действующего вещества (%) / ЗИР (мм)			
	1	0,5	0,25	0,1
Порошок цинка	16 мм	10 мм	0 мм	0 мм
Таблетки «ЛЕКОЛИКЕ ЦИНК АП»	0 мм	0 мм	0 мм	0 мм
Глазные капли «Оку-оку»	8 мм	6 мм	4 мм	0 мм

Результаты, представленные в таблице, свидетельствуют о способности порошка цинка и глазных капель в концентрации 1% и 0,5 % подавлять рост *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027. Максимальная зона ингибирования роста 16 мм зарегистрирована у 1% концентрации порошка цинка.

Таблица 4 – Зоны ингибирования роста (мм) в отношении грамотрицательных микроорганизмов *Escherichia coli* ATCC 8739

Название препарата	Концентрация действующего вещества (%) / ЗИР (мм)			
	1	0,5	0,25	0,1
Порошок цинка	18 мм	9 мм	7 мм	0 мм
Таблетки «ЛЕКОЛИКЕ ЦИНК АП»	13 мм	8 мм	5 мм	0 мм
Глазные капли «Оку-оку»	10 мм	6 мм	0 мм	0 мм

Диаметры зон подавления роста тест штамма *Escherichia coli* ATCC 8739 указывают на факт наличия ингибирующей активности у всех исследуемых препаратов в концентрации 1% и 0,5%. При снижении концентрации у порошка цинка и таблеток «ЛЕКОЛИКЕ ЦИНК АП» до 0,25% антимикробный эффект сохраняется.

Антимикробная активность вышеуказанных цинксоодержащих препаратов к грибам рода *Candida* представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Зоны ингибирования роста (мм) в отношении грибов рода *Candida*

Название препарата	Концентрация действующего вещества (%) / ЗИР (мм)			
	1	0,5	0,25	0,1
Порошок цинка	9 мм	4 мм	0 мм	0 мм
Таблетки «ЛЕКОЛИКЕ ЦИНК АП»	15 мм	0 мм	0 мм	0 мм
Глазные капли «Оку-оку»	8 мм	3 мм	0 мм	0 мм

В концентрации 1% у всех препаратов зарегистрирована способность негативно воздействовать на грибы рода *Candida*. При снижении концентрации действующего вещества наблюдается отсутствие антимикробного эффекта.

Выводы. Цинксоодержащие лекарственные препараты порошок цинка, таблетки «ЛЕКОЛИКЕ ЦИНК АП», глазные капли «Оку-оку» обладают способностью ингибировать рост и размножение тест штаммов микроорганизмов *Bacillus cereus* ATCC 10702,

Staphylococcus aureus ATCC 6538, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027, *Escherichia coli* ATCC 8739. В отношении грибов рода *Candida* наибольшая фунгицидная активность отмечена у таблеток «ЛЕКОЛИКЕ ЦИНК АП».

Список литературы

- Изучение антимикробной активности наночастиц серебра и оксида цинка на целлюлозном носителе / З. Т. Хамраева, Т. Э. Шонахунов, З. Р. Ахмедова [и др.] // Universum: химия и биология. – 2023. – № 9-1(111). – С. 32-37. – DOI 10.32743/UniChem.2023.111.9.15858. – EDN JOBZPI.
- Каминская, А. В. Антимикробная активность наночастиц оксида цинка на основе препарата Эплан / А. В. Каминская, Н. В. Смирнов // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2017. – Т. 7, № 6. – С. 1007. – EDN ZGCCRR.

СИНТЕЗ И ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 2-(9-ОКСО-9,10-ДИГИДРОАКРИДИНИЛ)ОКСИ)УКСУСНЫХ КИСЛОТ

Пискуров И.Е.¹, Полхов И.Г.¹, Кудрявцева Т.Н.¹, Климова Л.Г.²

¹Курский государственный университет

Кафедра химии

²Курский государственный медицинский университет

Кафедра микробиологии, вирусологии, иммунологии

Актуальность. Соединения акридоната привлекают внимание исследователей благодаря наличию у них разнообразных свойств [1,2]. В ряду акридонов обнаружено множество соединений, обладающих различной биологической активностью, в том числе [2,3,4]. В связи с этим, производные акридоната могут найти применение в практической медицине.

Одним из перспективных билдинг-блоков для синтеза новых лекарственных препаратов могут выступать гидроксизамещенные акридоны, на основе которых можно получать разнообразные функциональные производные. К тому же, структурные фрагменты алкокси- и гидроксипроизводных акридоната входят в состав некоторых алкалоидов, обладающих ценными свойствами [5]. Например, на их основе разрабатываются лекарственные препараты, предназначенные для лечения псориаза [6]. Поэтому синтез и изучение свойств новых производных акридоната является актуальной задачей.

Цель исследования – синтез и оценка биологической активности некоторых производных 2-(9-оксо-9,10-дигидроакридинил)уксусных кислот.

Материалы и методы исследования. Чистоту исходных соединений и продуктов реакций контролировали методом ТСХ (элюент – толуол: ацетон: этанол в объемных соотношениях 10:3:1). Хроматографические пластинки компании «Sorbfil» (силикагель СТХ-1ВЭ, зернение 8-12, толщина слоя 90-110) и компании «Merck» (силикагель TLC-Si-60, зернение 6, толщина слоя 250). Состав и структуру веществ подтверждали методами ИК-спектроскопии (ИК-Фурье спектрометр ФСМ 1201, фирмы Мониторинг, таблетки в КВг), хромато-масс-спектрометрии (система ACQUITY UPLC H-Class с УФ/масс-детекторами ACQUITY SQD компании Waters).

Результаты исследования. Нами был осуществлен синтез соответствующих эфиров акридинилоксиуксусных кислот (3) алкилированием бутиловым эфиром монохлоруксусной кислоты 2- и 4-гидроксиакридонов (2), которые предварительно были получены из соответствующих метоксиакридонов (1) гидролизом в кислой среде.

Полученные эфиры были использованы нами для получения гидразидов, на основе которых взаимодействием с ароматическими альдегидами были получены арилиденгидразиды (5).

Взаимодействием полученных кислот с метронидазолом в присутствии карбонилдиимидзола (см. 6 рисунок №1) был получен 2-(5-метил-2-нитро-1Н-имидазол-1-ил)этил 2-[(9-оксо-9,10-дигидроакридин-4-ил)окси]ацетат (**4**) (рисунок 1).

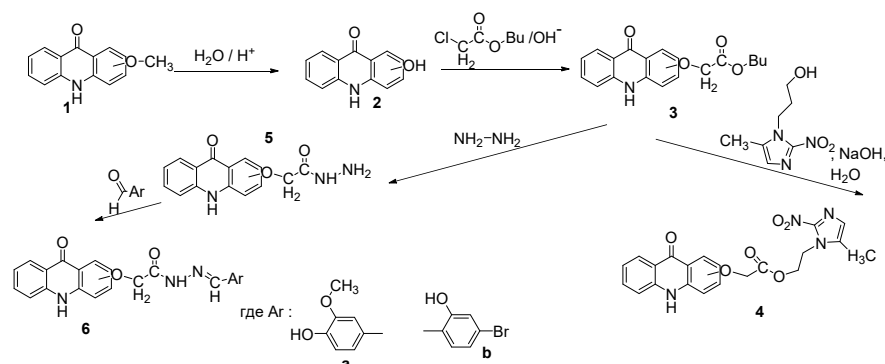


Рисунок 1. Схема синтеза производных 2-((9-оксо-9,10-дигидроакридинил)окси)уксусных кислот

Для всех ранее не описанных в литературе веществ был выполнен виртуальный скрининг биологической активности при помощи веб-ресурса PASS online.

Установлено, что синтезированные гидразиды 2-((9-оксо-9,10-дигидроакридинил)окси)уксусных кислот потенциально могут обладать антиишемической, антимикобактериальной, антитуберкулезной, антигипоксической, цитостатической, аналептической и противовирусной активностью.

Для них также вероятно наличие активности в качестве ингибиторов моноаминоксидазы, которые могут применяться для лечения депрессии, панического расстройства, болезни Паркинсона.

Синтезированные арилиденгидразиды потенциально обладают ингибирующим эффектом к ферменту PfA-M1, участвующему в конечных стадиях переваривания гемоглобина и генерации пула аминокислот внутри паразита *Plasmodium*. Ингибиторы фермента являются потенциальными лекарственными препаратами против малярии.

Потенциальные антимикобактериальные свойства более вероятны для соединений с 5-бромсалициловым остатком (**6b**), в сравнении с исходным гидразидом. Для арилиденгидразида с остатком ванилина антимикобактериальная активность менее вероятна, чем для исходного гидразида (**6a**).

Возможная противотуберкулезная активность, достаточно вероятна для гидразида и для обоих арилиденгидразидов, однако наибольшей вероятностью обладает арилиденгидразид с 5-бромсалициловым остатком (**6b**).

Противовирусная, как и антибактериальная активность также наиболее вероятна для соединения с 5-бромсалициловым остатком.

Для синтезированных 2-(5-метил-2-нитро-1Н-имидазол-1-ил)этил 2-((9-оксо-9,10-дигидроакридинил)окси)ацетатов вероятна радио- и хемосенсибилизаторная активность.

Для 2-(5-метил-2-нитро-1Н-имидазол-1-ил)этил 2-((9-оксо-9,10-дигидроакридинил)окси)ацетатов возможна противопротозойная активность, в частности, против трихомонад.

Таким образом полученные соединения, потенциально обладая разнообразной биологической активностью, представляют интерес для изучения их свойств.

Выводы. Синтезирован ряд производных 2-((9-оксо-9,10-дигидроакридинил)окси)уксусных кислот и путем виртуального скрининга биологической

активности при помощи веб-ресурса PASS online показано, что полученные соединения могут представлять интерес в качестве потенциальных лекарственных средств.

Список литературы

1. Богатырев К.В., Кудрявцева Т.Н., Бушина Л.Г., Климова Л.Г. Синтез и изучение антимикробной активности новых производных акридонкарбоновых кислот. Фторные заметки. – №2(86) – М.: «Химия». – 2013- С.1-13.
2. Кудрявцева Т.Н., Богатырев К.В., Сысоев П.И., Яр Зар Хтун, Климова Л.Г. Синтез и исследование антибактериальной активности некоторых производных фторзамещенных акридонов. Фторные заметки. – 2013. – №. 2 (87).
3. Cholewiński G., Dzierzbicka K., Koodziejczyk A. M. Natural and synthetic acridines/acridones as antitumor agents: their biological activities and methods of synthesis. Pharmacological Reports. – 2011. – Volume 63, Issue 2. – P. 305-336.
4. Desbois N., Gardette M., Papon J. Design, synthesis and preliminary biological evaluation of acridine compounds as potential agents for a combined targeted chemo-radionuclide therapy approach to melanoma. Bioorganic & Medicinal Chemistry. – 2008 – Volume 16 – Issue 16 – P. 7671-7690.
5. Bowen, I. H., Gupta, P., Lewis, J. R. The biogenesis of acridone alkaloids. Journal of the Chemical Society D: Chemical Communications, - 1970 – Volume 23 – P. 1625.
6. Putic, A., Stecher, L., Prinz, H., & Müller, K. Structure-activity relationship studies of acridones as potential antipsoriatic agents. 2. Synthesis and antiproliferative activity of 10-substituted hydroxy-10H-acridin-9-ones against human keratinocyte growth. European Journal of Medicinal Chemistry – 2010 – V. 45 – Issue 11 - P. 5345–5352.

VII. ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

ПРОБИОТИКИ В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ

Жих П.П.

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы
Кафедра химии и биотехнологии

Научный руководитель – к.б.н., заведующий кафедрой Узлова Е.В.

Актуальность. Современные тенденции питания характеризуются ростом интереса к функциональным продуктам, обогащённым биологически активными компонентами, что связано с ориентацией населения на профилактику заболеваний и повышение качества жизни [1]. В этом контексте особое значение приобретают пробиотики – живые микроорганизмы, оказывающие положительное влияние на здоровье человека при введении в адекватных количествах [2]. Республика Беларусь, обладая развитой молочной промышленностью, активно внедряет биотехнологические подходы к созданию функциональных продуктов с использованием пробиотических культур [1, 3]. Интеграция пробиотиков в традиционные молочные продукты способствует повышению их конкурентоспособности и укреплению продовольственной безопасности страны. Развитие данного направления требует совершенствования технологий культивирования, стабилизации и микрокапсулирования пробиотических микроорганизмов, а также соблюдения международных стандартов качества и безопасности.

Цель исследования – систематизировать научные и практические данные о применении пробиотиков в молочной промышленности Республики Беларусь и определить биотехнологические и инновационные направления их дальнейшего развития.

Материалы и методы исследования. Исследование основано на анализе научных публикаций, нормативно-правовых документов и отраслевых источников, регламентирующих использование пробиотических микроорганизмов в молочной промышленности Республики Беларусь и за рубежом. В исследовании использованы международные и национальные стандарты (FAO/WHO, CODEX STAN 243-2003, ISO 27205:2019, TP TC 033/2013, ГОСТ 34372–2017, СТБ 2206–2017), статистические данные о развитии молочной промышленности Беларуси за 2019–2023 гг., а также отчёты ведущих предприятий отрасли и материалы РУП «Институт мясо-молочной промышленности». Методологическая основа исследования включает сравнительный и системный анализ, обобщение научных данных, контент-анализ нормативных актов и отраслевых отчётов, а также структурно-логический метод для выявления взаимосвязей между биотехнологическими инновациями и их практической реализацией в молочной промышленности Республики Беларусь.

Результаты исследования. Пробиотики – живые микроорганизмы, положительно влияющие на здоровье человека при введении в адекватных количествах [2]. К ключевым штаммам относятся *Lactobacillus* (*L. acidophilus*, *L. rhamnosus*, *L. casei*), *Bifidobacterium* (*B. bifidum*, *B. longum*, *B. lactis*), *Streptococcus thermophilus* и *Saccharomyces boulardii* [4, 5]. Их активность связана с восстановлением кишечного микробиоценоза, подавлением патогенов и синтезом витаминов группы В, короткоцепочечных жирных кислот и других метаболитов [6–9], что подтверждает эффективность и безопасность пробиотических продуктов.

Молочная промышленность Беларуси – одна из развитых отраслей агропромышленного комплекса, с высокой технологической интеграцией и производством более 8 млн тонн молока в год, обеспечивая внутренние потребности и экспорт [10]. Крупнейшие предприятия (ОАО «Савушкин продукт», ОАО «Молочный мир», Волковысское ОАО «Беллакт», ОАО «Бабушкина крынка») выпускают широкий ассортимент функциональных продуктов [11]. Ассортимент пробиотических продуктов включает йогурты, кефир, творог, сметану, детские и диетические продукты, с использованием импортных и отечественных заквасочных куль-

тур, разработанных РУП «Институт мясо-молочной промышленности» [12]. Создано более 50 видов сухих и замороженных заквасок для различных продуктов.

Современные биотехнологии направлены на повышение жизнеспособности пробиотиков через иммобилизацию клеток в полисахаридных матрицах и микрокапсулирование в альгинат-хитозановые или пектиновые капсулы, что увеличивает выживаемость *Lactobacillus acidophilus* в ЖКТ более чем в 30 раз [13, 14]. Развиваются синбиотики, соединяющие пробиотики и пребиотики (например, лактулоза). Пример инноваций – йогурт «DiaVita» ОАО «Молочный мир», обогащённый бетиуном [15, 16].

Таким образом, в Беларуси сформирована развитая система производства и научного сопровождения пробиотических продуктов. Внедрение биотехнологических инноваций, защита культур и расширение ассортимента функциональных продуктов укрепляют экспортные позиции страны и её конкурентоспособность на мировом рынке [1, 3, 10].

Выводы. Пробиотики повышают биологическую ценность молочных продуктов и нормализуют кишечную микрофлору. В Беларуси развита молочная отрасль и научно-производственная база, обеспечивающая внедрение отечественных заквасок и синбиотиков. Перспективные биотехнологические подходы, такие как микрокапсулирование и иммобилизация клеток, повышают выживаемость и стабильность пробиотических культур, а разработка синбиотических продуктов усиливает их эффективность [13, 14, 15]. Дальнейшее развитие отрасли должно быть направлено на расширение ассортимента функциональных продуктов, адаптацию отечественных штаммов к различным молочным матрицам и интеграцию инновационных решений с учётом международных тенденций и принципов устойчивого развития, что укрепляет конкурентоспособность белорусской молочной продукции на мировом рынке [1, 3, 10].

Список литературы

1. Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной статистической информации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/AggregatedDb>. – Дата доступа: 05.10.2025.
2. Глобальные практические рекомендации Всемирной гастроэнтерологической организации. Пробиотики и пребиотики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/probiotics-andprebiotics-russian-2017.pdf>. – Дата доступа: 05.10.2025.
3. Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 года [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://economy.gov.by/uploads/files/ObsugdaemNPA/NSUR-2035-1.pdf>. – Дата доступа: 05.10.2025.
4. Урсова, Н. И. Современные пробиотики: определение и основная концепция действия / Н. И. Урсова // Вопросы детской диетологии. – 2013. – Т. 11, № 5. – С. 53–64.
5. Грицинская, В. Л. Пробиотики: классификация, основные характеристики, требования к пробиотическим штаммам и сфера их применения / В. Л. Грицинская // Детская медицина Северо-Запада. – 2022. – Т. 10 – № 3. – С. 12–20.
6. Halloran, K. Probiotic mechanisms of action / K. Halloran, M. Underwood // Early Human Development. – 2019. – Vol. 135 – P. 58–65.
7. Hernández-Mendoza, A. Influence of probiotics on the animal gut microbiota and their impact on the bioavailability of toxic agents: an opinion paper / A. Hernández-Mendoza, A. F. González-Córdova, M. Martínez-Porchas // Frontiers in Nutrition. – 2022. – Vol. 9 – P. 870162.
8. Martin-Gallausiaux, C. SCFA: Mechanisms and functional importance in the gut / C. Martin-Gallausiaux, L. Marinelli, H. M. Blottière, P. Larraufie, N. Lapaque // Proceedings of the Nutrition Society. – 2021. – Vol. 80, № 1. – P. 37–49. 33
9. Dicks, L.M.T. Gut bacteria and neurotransmitters / L.M.T. Dicks // Microorganisms. – 2022. – Vol. 10, № 9. – P. 1838.

10. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/5d1/nk4xm0usagyze68tt64qowzzxa74znf_j.pdf. – Дата доступа: 05.10.2025.
11. Крупнейшие молочные компании Беларуси Milknews [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://top.milknews.ru/belarus>. – Дата доступа: 05.10.2025.
12. РУП «Институт мясо-молочной промышленности» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.instmmp.by/produksiya/zakvaski-dlyapromyshlennosti>. – Дата доступа: 05.10.2025.
13. Петухова, Е. В. Перспективность использования микрокапсулированных пробиотических культур в пищевой промышленности / Е. В. Петухова, А. Ю. Крыницкая // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17, №. 22. – С. 257–260.
14. Коркач, А. В. Перспективы использования синбиотического комплекса в технологии зефира функционального назначения / А. В. Коркач, Г. В. Крусир, И. А. Боровик // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Т. 2, №. 12 (68). – С. 127–133.
15. Семененя, И. Н. Перспективы использования результатов научных исследований и разработок Института биохимии биологически активных соединений НАН Беларуси при создании специализированных продуктов питания / И. Н. Семененя // Наука, питание и здоровье : Сборник научных трудов Международного конгресса. В 2-х частях, Минск, 14 июня 2021 года / Под редакцией З.В. Ловкиса. Том Часть 1. – Минск: Республиканское унитарное предприятие "Издательский дом "Белорусская наука", 2021. – С. 247–256.
16. Селезнева, Н. В. Синбиотики – как функциональный компонент питания человека / Н. В. Селезнева, А. С. Сергеев, А. В. Гребенщиков // Современные наукоемкие технологии. – 2009. – № 4. – С. 67–68.

ПОЛУЧЕНИЕ МИКРОБНОГО ИЗОЛЯТА *RHIZOBIUM SP.* КАК ЭТАП СОЗДАНИЯ БИОПРЕПАРАТА

Зелёно В.Н.

Кафедра химии и биотехнологии

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

Научный руководитель – к.б.н., Жебрак И.С.

Актуальность. Актуальность работы обусловлена потребностью сельского хозяйства в биологически чистых и безопасных методах адаптации агрокультур к негативным факторам окружающей среды. В этом контексте бактерии рода *Rhizobium* представляют собой перспективную альтернативу, так как они способны фиксировать атмосферный азот и преобразовывать его в форму, доступную для растений. Это делает их важным объектом изучения, как с фундаментальной, так и с прикладной точки зрения.

Цель исследования – выделить из клубеньков клевера лугового (*Trifolium pratense*) бактерии *Rhizobium spp.* для изготовления биопрепаратов.

Материалы и методы исследования. Чистую культуру *Rhizobium sp.* получали из клубеньков клевера лугового (*Trifolium pratense*). На корнях клевера лугового под стереоскопическим микроскопом выбирались желтовато-розовые клубеньки и отделялись препаративной иглой от корней. Далее полученные клубеньки стерилизовались в следующей последовательности: этиловый спирт 95%-й (5 минут); раствор NaOCl 3-5%-й (5 минут); стерильная дистиллированная вода (промывка 5 раз).

Следующий этап – растирание клубеньков для извлечения бактерий. Стерильный клубенок помещался между двух предметных стекол и растирался до момента выделения инокулята. Из части инокулята был сделан микропрепарат, а для определения особенностей строения клеточной стенки была произведена окраска по Граму. Далее с предметного стекла полученный материал стерильной иглой переносился на питательную среду (Бобовый агар) методом укола (три укола в одну чашу Петри). Чашки с посевами помещали в термостат на

15 дней при 30°C [1]. После инкубирования полученные культуры пересевались для получения чистой культуры бактерий *Rhizobium sp.*

Для опыта по изучению возможности повторного образования клубеньков были взяты семена двух видов клевера: *Trifolium pratense* и *Trifolium repens*. Семена простерилизовали в спирте (95%) с дальнейшей промывкой стерильной дистиллированной водой. Семена проращивали на голодном агаре в течение 3 суток при 26°C. Затем проросшие семена помещали на предметное стекло с небольшим количеством агарозной среды, сверху покрывали большим покровным стеклом так, чтобы наземная часть побега оказалась свободной и фиксация происходила только на уровне корней [2]. Опыт проводился по следующей схеме: *Trifolium pratense* и *Trifolium repens* в чистой среде и с добавлением бактериальной суспензии. В стерильные стеклянные цилиндры заливалось 10 мл простой жидкой питательной среды, в две из четырех вносилась суспензия с бактериями *Rhizobium sp.* После этого в цилиндры помещались зафиксированные между двумя стеклами проростки [2]. Цилиндр закрывался стерильной ватно-марлевой пробкой. Далее велось наблюдение за изменениями в развитии на разных стадиях в течение трех месяцев.

Результаты исследования. В ходе эксперимента по выделению чистой культуры были получены данные по микро- и макроморфологии. Подтверждением принадлежности выделенных из корней бактерий к роду *Rhizobium* является их рост на бобовом агаре, который считается селективной средой для бактерий этого рода. При посеве на бобовый агар бактерии сформировали сходные по морфологии выпуклые колонии молочного цвета с глянцевой поверхностью с обильной слизью.

При микроскопировании (увеличение 1600) было выявлено, что клетки, формирующие колонии обладали формой палочек и характеризовались грамотрицательным окрашиванием (рис. 1).

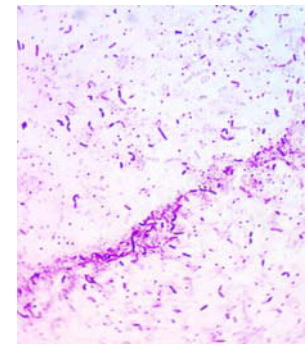


Рисунок 1. Клетки, формирующие колонию, окрашенные по Граму (×1600)

После постановки эксперимента по сравнению результатов заражения бактериальной суспензией с *Rhizobium sp.* на *Trifolium pratense* и *Trifolium repens* были замечены отличия в росте и развитии. В цилиндрах с *Trifolium repens* наблюдалось отставание в развитии, в цилиндре с *Trifolium pratense* со внесенной суспензией наблюдался наиболее быстрый рост (рис. 2).

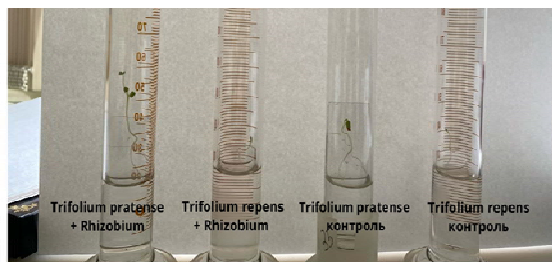
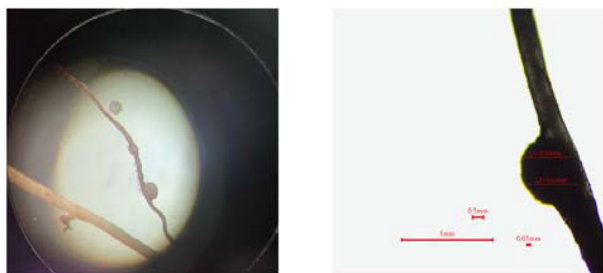


Рисунок 2. Культуры клеверов через один месяц

В дальнейшем наблюдалось активное формирование клубеньков именно в зараженной пробе *Trifolium pratense*, что доказывает возможность повторного образования клубеньков (рис.3).

Рисунок 3. Клубеньки на корнях *Trifolium pratense* (+*Rhizobium*)

Пробы с *Trifolium repens* через месяц наблюдения погибли. У растений плохо развилась корневая система, что могло быть вызвано как внешними факторами, так тем, что полученные нами микробные изоляты *Rhizobium sp.* не подходят для клевера ползучего и образования клубеньков не происходило.

Данный эксперимент показывает, что бактерии *Rhizobium sp.* обладают четким проявлением видовой избирательности при образовании клубеньков на корнях растений.

Выводы. Исходя из выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Выделенные из клубеньков *Trifolium pratense* бактерии *Rhizobium sp.* представляют собой грамотрицательные палочки, способные к образованию морфологически сходных колоний на селективной среде – бобовом агаре.
2. Полученные бактерии способны образовывать симбиотические клубеньки на корнях *Trifolium pratense* при повторном заражении.
3. Полученные данные могут служить базой для создания биопрепарата на основе бактерий рода *Rhizobium* как альтернативу минеральным удобрениям.

Список литературы

1. Выделение и идентификация бактерий: методические рекомендации для студентов биологического факультета специализации «Микробиология и вирусология» / Сост. О. И. Винникова, А. М. Самойлов, Ю. В. Попова – Х. : ХНУ имени В. Н. Каразина, 2011. – 60 с.
2. Звягинцев Д.Г. Биология почв: учебник / Д.Г. Звягинцев, И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. — Москва: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2005. – 445 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ В ДЕКОРАТИВНОМ РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Кривецкая Д.М.

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

Кафедра химии и биотехнологии

Научный руководитель – старший преподаватель Романчук Е.И.

Актуальность. Развитие современных биотехнологических методов в растениеводстве открывает новые возможности для ускоренного воспроизводства ценных культур. Особое значение приобретает клональное микроразмножение декоративных растений, метод позволяет сочетать принципы клеточной инженерии с задачей массового получения оздоровленного посадочного материала высокого качества. Актуальность темы объясняется импортозависимостью белорусского цветочного рынка (до 60%), а также необходимостью сохранения редких видов растений, занесенных в Красную книгу Республики Беларусь [1].

Цель исследования – проанализировать отечественные и зарубежные научные публикации, описывающие процесс микроклонального размножения декоративных растений, а также определить перспективные направления применения метода в декоративном растениеводстве Республики Беларусь.

Материалы и методы исследования. Исследование основано на анализе научных публикаций, систематизации и обобщении теоретических и экспериментальных данных.

Результаты исследования. Метод микроклонального размножения основан на тотипотентности клеток растений – способности отдельной растительной клетки при определенных условиях развиваться в полноценный организм [2]. В практике различают несколько основных типов клонального микроразмножения: активацию пазушных почек, микрочеренкование, индукцию адвентивных почек, образование микроклубней и микролуковий, а также каллусогенез с последующим органоогенезом или соматическим эмбриогенезом [3]. Наиболее стабильные результаты обеспечивают методы, которые основаны на прямом морфогенезе, развитие каллусных культур часто сопровождается соматической изменчивостью, что вынуждает тщательно контролировать генетическую стабильность растений-регенератов [4].

Процесс микроклонального размножения включает несколько последовательных стадий: выделение и стерилизацию эксплантов, культивирование *in vitro*, пролиферацию побегов и их укоренение, а также адаптацию к условиям *ex vitro*. На эффективность каждого этапа зависит от правильного подбора питательной среды, оптимального соотношения фитогормонов [2, 5, 6]. На успешность микроклонального размножения влияет возраст материнского растения, морфофизиологическое состояние экспланта, условия освещения и температурный режим. Оптимальная температура в различных источниках от 23–25 °C для умеренных и 28–30 °C для тропических видов, фотопериод 14–16 часов при освещенности 2000–4000 лк. Критически важным моментом является поддержание стерильности рабочей поверхности, лабораторной посуды, и инструментов, так как контаминация питательной среды или экспланта микроорганизмами способна полностью уничтожить культуру [3, 5, 7].

Микроклональное размножение сыграло большую роль при воспроизводстве многих декоративных культур. В частности, метод активно используется для ирисов, хризантем, сирени, петуний. Для орхидей технология *in vitro* стала основой промышленного производства, так как позволила обойти ограничения, связанные с симбиотическим прорастанием семян. У древовидных и травянистых пионов применение культуры тканей повышает коэффициент размножения в несколько раз по сравнению с традиционными методами, обеспечивая также сохранение ценных сортовых признаков. Микроклональное размножение лилий и фрезий позволяет существенно сократить сроки выращивания, увеличивает выход цветочной продукции, делая возможным круглогодичное производство. У хризантем метод клонального микроразмножения обеспечивает получение посадочного материала, свободного от *Chrysanthemum Virus B* [8–12].

Несмотря на очевидные преимущества, технология остаётся ресурсозатратной. Высокая стоимость оборудования и расходных материалов, необходимость индивидуального под-

бора питательных сред и условий культивирования ограничивают применение метода микрклонального размножения. Дополнительную сложность представляет риск соматклональной изменчивости, возникающей при длительном культивировании каллусных тканей.

Метод микрклонального размножения позволит сохранить и распространить растения Красной книги Республики Беларусь, обладающие высокой декоративной ценностью (например, *Cotoneaster melanocarpus* и *Campanula latifolia*) [13, 14].

Выводы. Размножение *in vitro* является высокоэффективным биотехнологическим методом, который обеспечивает получение оздоровленного, генетически стабильного посадочного материала с сохранением сортовых признаков. Проведенный анализ научных исследований подтвердил значительный потенциал метода для интенсификации декоративного растениеводства в Республике Беларусь. Перспективы его применения связаны с расширением ассортимента декоративных культур для городского озеленения, а также сохранением редких и исчезающих видов флоры. Дальнейшее развитие технологии требует адаптации протоколов клонального микроразмножения к местным видам растений.

Список литературы

1. Пакуш, Л.В. Особенности формирования рынка цветов и декоративных растений в Республике Беларусь / Л.В. Пакуш, Е.Н. Качановская // Проблемы экономики. – 2010. – № 2(11). – С. 106–115.
2. Халиуллина, Л.И. Микрклональное размножение – способ размножения в условиях *in vitro* / Л.И. Халиуллина, А.А. Казак // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса: сб. тр. LVII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных / ГАУ Северного Зауралья. – Тюмень, 2023. – С. 25–32.
3. Тимофеева, О.А. Клональное микроразмножение растений: учеб.-метод. пособие / О.А. Тимофеева, Ю.Ю. Невмержицкая. – Казань: Казанский университет, 2012. – 56 с.
4. Трофимова В.О. Методы микрклонального размножения / В.О. Трофимова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2023. – №10-1 (85). – С. 19–22.
5. Дитченко, Т.И. Культуры растительных клеток: учеб.-метод. пособие / Т. И. Дитченко. – Минск: БГУ, 2018. – 96 с.
6. Тоболова, Г.В. Клональное микроразмножение в цветоводстве / Г.В. Тоболова, В.Ш. Мусоева // Достижения молодежной науки для Агропромышленного комплекса: материалы LVII науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных, Тюмень, 27 февраля – 03 марта 2023 г.: в 2 ч. / ГАУ Северного Зауралья; редкол.: А.А. Казак. – Тюмень, 2023 – Ч. 1. – С. 79–86.
7. Роговая, В.В. Особенности микрклонального размножения косточковых культур в условиях *in vitro* / В.В. Роговая, М.А. Гвоздев // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. – 2005. – Т. 5. – №. 13. – С. 291–299.
8. Гаевский, Е.Е. Субстраты для выращивания эпифитных орхидей в промышленном цветоводстве Республики Беларусь / Е.Е. Гаевский, И.Н. Дейко, Н.А. Бурчик // Здоровье почвы – гарант устойчивого развития: сб. материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием, Курск, 11 мая 2018 г. / Курск. гос. ун-т; редкол.: М.В. Протасова [и др.]. – Курск, 2018. – С. 92–96.
9. Малаева, Е.В. Интродукция и особенности клонального микроразмножения сортогруппы *Chrysanthemum × koreanum* Hort. / Е.В. Малаева, А.В. Ивлева // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2015. – № 55. – С. 102–108.
10. Васильева, О.В. Методические аспекты изучения регенерации декоративных растений различных биоморф / О.Ю. Васильева, И.Я. Сарлаева // Самарский научный вестник. – 2018. – № 4 (25). – С. 20–25.
11. Петрунина, Ф.Г. Фрезия в культуре ткани / Ф.Г. Петрунина // Субтропическое и декоративное садоводство. – 1990. – № 37. – С. 100–105.
12. Попкова, А.С. Размножение некоторых сортов лилий в культуре *in vitro* / А.С. Попкова // Симбиоз-Россия 2019: материалы XI Всерос. конгр. Молодых ученых-биологов с межд. уча-

ствием, Пермь, 13–15 мая 2019 г. / Перм. гос. нац. исслед. ун-т; редкол.: А.А. Елькин [и др.]. – Пермь, 2019. – С. 74–76.

13. Серафимович, М.В. Размножение *in vitro* как один из перспективных способов сохранения вида *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt / М.В. Серафимович, В.Ю. Кириллов, Т.Н. Стихарева // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2020. – №137. – С. 67–75.

14. Лознухо, И.В. Перспективы введения в культуру редких лекарственных и декоративных видов аборигенной флоры Беларуси / И.В. Лознухо // Анализ и прогнозирование результатов интродукции декоративных и лекарственных растений мировой флоры в ботанические сады: материалы 2-й Междунар. конф., Минск, 26–28 августа 1996 г. / НАН Беларуси, Центральный ботанический сад; редкол.: И.К. Володько [и др.]. – Минск, 1996. – С. 101–102.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ *BRASSICA OLERACEA* VAR. *CAPITATA* F. *RUBRA*: УСТАНОВЛЕНИЕ ДИАПАЗОНОВ pH—ИНДУЦИРОВАННЫХ ЦВЕТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ

Колбышевская М.С., Волкова В. Е., Каишей П.П.

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

Кафедра химии и биотехнологии

Научный руководитель — к.б.н., заведующий кафедрой химии и биотехнологии

Узлова Е. В.

Актуальность исследования обусловлена растущим научно-практическим интересом к созданию биосовместимых и биоразлагаемых колориметрических сенсоров в контексте развития систем интеллектуальной пищевой упаковки. В отличие от химических индикаторов, характеризующихся потенциальными экологическими и токсикологическими рисками, природные индикаторы, такие как антоцианы *Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*, представляют перспективную альтернативу.

Их способность к обратимым хромным переходам в широком диапазоне pH позволяет визуально детектировать биохимические изменения, сопровождающие порчу продукции. Интеграция таких сенсоров в биополимерные матрицы соответствует глобальному тренду создания «умных» экологичных упаковочных материалов, обеспечивающих мониторинг свежести и повышающих безопасность продуктов питания [1].

Цель исследования – установить корреляцию между изменением кислотности экстракта и спектральными характеристиками водных растворов антоцианов *Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*.

Материалы и методы исследования. Экстракцию антоцианов проводили мягким методом из листьев *Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra* методом мацерации в 3% водном растворе лимонной кислоты в течение 12 часов. Для оценки стабильности пигментов использовали два варианта экстрактов: свежеприготовленный и выдержанный в течение 5 суток в темноте в герметично закрытой колбе.

Спектральные характеристики растворов исследовали на спектрофотометре Solar UV-VIS PB 2201 в видимой области с фиксированными длинами волн (520, 570, 620, 670, 700 нм). Нулевой точкой отсчета служил исходный раствор антоцианов без коррекции pH.

Кислотность сред определяли с помощью pH-метра лабораторный И-160МЛ ОАО «Гомельский завод измерительных приборов». Коррекцию pH осуществляли методом титрования 0,1 н раствором гидроксида натрия с непрерывной регистрацией показателей кислотности и параллельным фиксированием спектральных изменений.

Результаты исследования. Проведенные эксперименты демонстрируют выраженную зависимость спектральных характеристик экстрактов красной капусты от кислотности среды (рис. 1).

При pH 6,4 наблюдалась розовая окраска с минимальными значениями оптической плотности. Свежеприготовленный раствор 0,119; выдержанный – 0,313. Сдвиг в щелочную

область до pH 7,9 сопровождался батохромным смещением полосы поглощения и изменением окраски до фиолетовой с максимумом оптической плотности при 620 нм: 0,214 – для свежего раствора и 0,045 – для выдержанного.

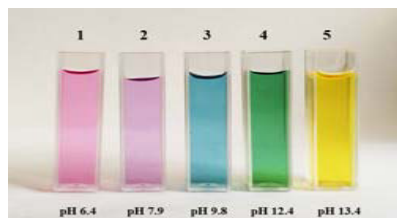


Рисунок 1. Изменение окраски экстракта *Brassica oleracea* var. *capitata* f. *Rubra* при изменении pH: 1 – розовый, 2 – фиолетовый, 3 – голубой, 4 – зеленый, 5 – желтый.

С дальнейшим увеличением pH оптическая плотность существенно возрастала: при pH 9,8 наблюдался синий цвет на длине волны 620 нм она достигала 0,388 для свежего раствора и 0,188 для выдержанного; при pH 12,4 наблюдался зелёный цвет, оптическая плотность 0,341 и 0,231 соответственно.

Наибольшие изменения наблюдались при pH 13,4, когда раствор приобретал жёлтую окраску. В этом случае для свежеприготовленного раствора фиксировались максимальные значения оптической плотности на всех исследованных длинах волн, особенно при 620 и 670 нм 0,520. Для выдержанного раствора наибольшая оптическая плотность отмечена при длине волны 520 нм и составила 0,210. Результаты спектрофотометрии также отражены в графиках (рис. 2).

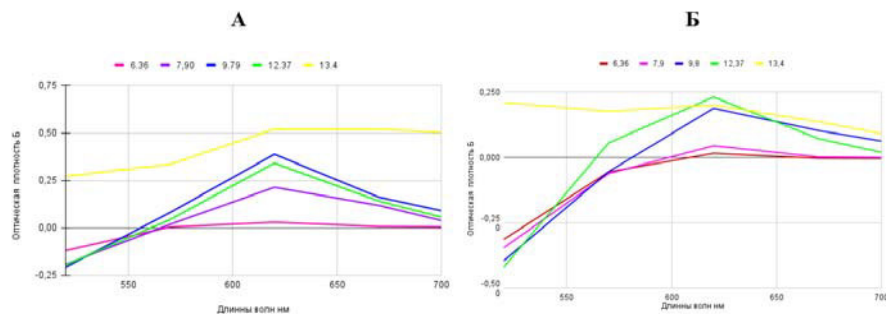


Рисунок 2. Влияние pH на спектры поглощения антоцианов *Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*: (А) – свежий раствор, (Б) – выдержанный раствор.

Выводы. На основании представленных данных установлено, что оба раствора антоцианов характеризуются способностью к изменению спектра поглощения в зависимости от pH среды, при этом наблюдается чётко выраженная зависимость. Однако у раствора, выдержанного в течение 5 дней, изменения спектра выражены менее отчетливо, что объясняется частичным разрушением антоцианов при хранении.

У свежевыделенного раствора при pH 13,4 максимум поглощения наблюдался в области 670 нм, что связано с присутствием хиноидных форм антоцианов, сохраняющих сопряжённую систему связей. В выдержанном растворе максимум сместился к 520 нм, что указывает на частичную деградацию антоцианов при хранении и образовании халконов и других продуктов, не поглощающих в длинноволновой области [2].

Таким образом, для практического использования антоцианов в качестве индикатора, интегрированного в полимерные упаковочные материалы для определения кислотности среды, требуется разработка методов их стабилизации, обеспечивающих сохранность спектральных свойств при хранении.

Список литературы

1. Dainelli, D. Active and intelligent food packaging: Legal aspects and safety concerns / D. Dainelli, N. Gontard, D. Spyropoulos, E. Zondervan-van den Beuken, P. Tobback // Trends in Food Science & Technology. – 2008. – Vol. 19. – P. S103-S112.
2. Castañeda-Ovando, A. Chemical studies of anthocyanins: A review / A. Castañeda-Ovando, M. d. I. Pacheco-Hernández, M. E. Pérez-Hernández, J. A. Rodríguez, C. A. Galán-Vidal // Food Chemistry. – 2009. – Vol. 113. – P. 859–871.

АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ПЛОДОВ РАСТЕНИЙ РОДА *VACCINIUM*

Матюхин И.Е., Туровская Г.А.

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

Кафедра микробиологии

Научный руководитель – к. с/х н., доцент Гусева Т.М.

Актуальность. Антибиотикоустойчивость микроорганизмов – одна из ведущих проблем медицинской практики. Широкое и, зачастую, бесконтрольное применение антимикробных средств способствует дальнейшему усугублению ситуации и прогрессированию резистентности. В связи с этим, важнейшее значение приобретает такой аспект современной медицины и фармацевтики как изучение и более активное внедрение в практику лечащего врача растений, обладающих антимикробной активностью. Очень перспективны в данном плане представители рода *Vaccinium*, плоды которых обладают выраженной антимикробной активностью, не оказывают на организм человека токсического действия и не вызывают развитие резистентности к микробицидным веществам данных растений [1].

Клюква и брусника – наиболее известные представители рода *Vaccinium*. Плоды клюквы и брусники перспективны для изучения антимикробных свойств, как альтернатива синтетических препаратов.

Цель исследования – оценка антимикробной активности плодов растений рода *Vaccinium*.

Материалы и методы исследования. Проведен эксперимент, в котором оценивалась антимикробная активность плодов клюквы и брусники в отношении клинических изолятов *Staphylococcus aureus* и *Candida spp.* Золотистый стафилококк и грибы рода Кандида выбраны как наиболее распространённые, образующие биопленку, возбудители с выраженной способностью к формированию антибиотикорезистентности. Взаимодействие внутри таких сообществ могут приводить к повышению вирулентности данных микроорганизмов и уклонению от иммунного ответа организма человека.

Объекты исследования – сок и водный экстракт, полученные из плодов клюквы и брусники. В клюкве присутствуют кислоты, обладающие антисептическими свойствами: гидрокси-, оксо-, бензойные, алифатические. В ягодах брусники обнаружены вещества с антимикробной активностью: катехины, органические кислоты (бензойная, глиоксильная, лимонная, α-кетоглутаровая, γ-окси-α-кетомасляная, β-окси-α-кетомасляная, оксипировиноградная, пировиноградная, молочная, салициловая, уксусная), арбутин, антоцианы и др.

Для оценивания воздействия извлечений из плодов клюквы и брусники на патогены применяли стандартную методику [2]. Чистые культуры *S. aureus* и *Candida spp.*, а также их смесь заседали сплошным слоем на среду АГВ в чашке Петри. Сок и водный экстракт наносили на простерилизованные бумажные диски, которые помещали на посеvy микроорганизмов, то есть применили диско-диффузионный метод оценки. После 24-часовой инкубации,

отмечали и измеряли зоны задержки роста. Результаты опыта подвергали статистической обработке.

Результаты исследований. Результаты измерений зон задержки роста приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Диаметры зоны задержки роста *S. aureus* и *Candida spp.* вокруг дисков с извлечением из плодов клюквы и брусники, мм

№	Вариант опыта	Диаметры зон задержки роста, мм		
		<i>S. aureus</i>	<i>Candida spp.</i>	<i>S. aureus</i> + <i>Candida spp.</i>
1	Водное извлечение из плодов клюквы	7±0,8	7±0,8	7±0,9
2	Сок из плодов клюквы	14±1,3	8±0,7	14±1,4
3	Водное извлечение из плодов брусники	7±0,8	8±0,9	10±1,2
4	Сок из плодов брусники	12±1,2	10±1,3	12±1,1

Эксперимент показал, что сок из плодов клюквы и брусники обладает более выраженной антимикробной активностью, чем водное извлечение. *S. aureus* более чувствителен к действию активных веществ данных растений, чем грибы Кандида. но при их совместном культивировании диаметры зон задержки роста вокруг дисков увеличиваются, что указывает на эффективность использования плодов изучаемых растений (как в виде водного извлечения, так и в виде сока), в случае полимикробной инфекции.

Выводы. Таким образом, плоды растений рода *Vaccinium* – клюквы и брусники обладают антимикробной активностью и могут использоваться в комплексе с лечебными препаратами при полимикробных инфекциях, вызванных ассоциациями *S. aureus* и *Candida spp.*

Список литературы

1. Плоды брусники – перспективный источник биологически активных веществ / Е.М. Серб, Г.С. Волкова, Е.Н. Соколова [и др.] //ХИПС. - 2018. – № 4. – С. 48-58.
2. Влияние антимикробных веществ растительного происхождения на чувствительность бактериальных биопленок к антимикробным препаратам / О.В. Рыбальченко, О.Г. Орлова, М.А. Нетеса [и др.] // Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина. – 2023. – Т.18. – Вып.2. – С. 176-191.

ПОРОШКИ МЯКОТИ И КОЖУРЫ ТЫКВЫ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБОГАТИТЕЛЬНЫЕ ДОБАВКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Осипова В.А.¹, Добренко Ю.Г.²

¹Гродненский государственный аграрный университет
Кафедра технологии хранения и переработки растительного сырья
Научный руководитель – к.б.н., доцент Русина И.М.,

²Гродненский государственный университет имени Янки Купалы
Кафедра химии и биотехнологии
Научный руководитель – м.б.н., ст. пр. Колесник И.М.

Актуальность. Функциональные пищевые продукты, включающие биоактивные соединения, играют жизненно важную роль в развитии здорового сообщества. Биологически активные соединения, присутствующие в тыкве и продуктах ее переработки, могут компенсировать существующие недостатки их в организме человека для борьбы с патогенами. Мякоть, семена и кожура тыквы являются богатым источником первичных и вторичных метаболитов, включая белки, углеводы, полиненасыщенные жирные кислоты, каротиноиды, токоферолы, триптофан, стерины и многие другие фитохимические вещества [1].

Высокое количество в тыкве нутрицевтиков обуславливает ее антигиперлипидемический, противовирусный, противовоспалительный, антигипергликемический, иммуномодулирующий, антигипертензивный, противомикробный и антиоксидантный, антиязвенный эффекты. Кроме того, в экспериментах на лабораторных животных было выяснено что после семян тыквы второй по значимости антигипергликемический и антигиперлипидемический эффект был обнаружен в опытах на крысах, которым давали 15 г порошка из тыквенной кожуры [2, 3].

Однако не все анатомические части овоща нашли широкое применение в кондитерской и хлебопекарной промышленности. Также промышленная полная переработка овощей позволит решить многие вопросы продовольственной безопасности стран.

Цель исследования – изучение показателей качества хлебных палочек, включающих порошки мякоти и кожуры тыквы для последующей корректировки рецептуры и технологии.

Материалы и методы исследования. В работе использовалось сырье, соответствующее требованиям ТНПА, для изучения показателей готовых хлебных палочек применяли стандартизированные и общепринятые методы и методики исследований.

Порошок мякоти и кожуры тыквы получали в лабораторных условиях путем отделения анатомических частей, их измельчения, сушки конвекционным способом при температуре 60 °С в течение 2 часов, затем температуру повышали до 80 °С, далее сырье измельчали на лабораторной мельнице.

С учетом данных литературы и наших предыдущих исследований пробные выпечки проводили по двум вариантам композитных смесей:

- первый вариант – пшеничная мука первого сорта и порошок мякоти тыквы в количестве 5-13 % от массы муки;
- второй вариант – пшеничная мука первого сорта и порошок кожуры тыквы в тех же дозировках.

Рецептура изделий включала муку пшеничную первого сорта в контроле и композитные смеси в опытных образцах, соль (2 г), дрожжи (5 г), воду из расчета на 40 % влажности теста.

Сразу приняли решение на основании предыдущих результатов время отлежки и расстойки теста сократить и провести предварительную активацию дрожжей суспензией порошков. Технологические параметры выбраны следующие: замес теста, активация дрожжей суспензиями порошков тыквы (15 минут при температуре 30°С), отлежка теста (15 минут при температуре 25°С), расстойка (35 минут при температуре 30°С) и выпечка 13-15 минут при температуре 200°С)

Результаты исследования. В процессе анализа показателей качества полуфабрикатов выявили, что тесто образцов выбродило, однако замешивалось, раскатывалось при высоких дозировках порошка кожуры тыквы хуже, порошок обладал более высокой водопоглотительной активностью.

При оценке показателей качества готовых изделий определилась одинаковая тенденция изменения влажности и титруемой кислотности образцов двух вариантов исследований. Намокаемость изделий снижалась по отношению к контролю (табл. 1).

Таблица 1 – Показатели качества хлебных палочек

Наименование показателя	Количество порошка мякоти тыквы от массы пшеничной муки, %					
	контроль	5	7	9	11	13
Первый вариант образцов						
Влажность, %	16,1	16,3	16,5	16,6	17,0	17,9
Кислотность, град.	2,9	3,5	3,7	3,8	4,2	4,4
Намокаемость, %	125,9	122,9	120,5	120,2	118,4	117,5
Второй вариант образцов						
Влажность, %	16,1	16,2	16,7	16,7	16,8	16,9
Кислотность, град.	2,9	3,4	3,5	3,7	4,0	4,3
Намокаемость, %	125,9	115,1	113,1	112,6	110,2	109,5

Полученные данные объясняются более высоким содержанием пищевых кислот в обогащенных добавках, их высокой водопоглотительной способностью и изменением количества фракций белков, способных формировать клейковину. Однако эти изменения были в пределах требований ТНПА (СТБ 1007-96 «Изделия хлебобулочные диетические и обогащенные»).

По органолептическим показателям образцы первого варианта исследований были лучше по вкусу, запаху и внешнему виду. Разламывались с хрустом при дозировках до 11 %, имели равномерную пористость, приятный вкус и запах добавки. Во втором варианте проб не ощущался хруст уже при внесении 9 % и визуализировались неравномерные поры. Эти данные указывают на необходимость в дальнейших экспериментах изменять параметры тестоведения при использовании более высоких дозировок порошка.

В ходе дегустационной оценки выяснили, что большинство голосов отдано изделиям, включающим 7 % порошка мякоти тыквы и 5 % порошка кожуры тыквы (рис. 1).

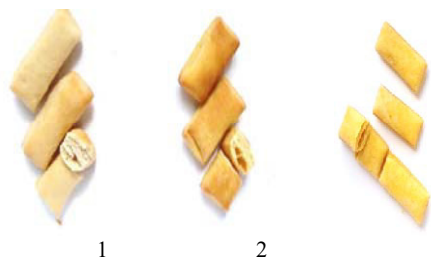


Рисунок 1. Внешний вид хлебных палочек контрольного (1) и опытных образцов (2 – 7 % порошка мякоти тыквы; 3 – 5 % порошка кожуры тыквы)

Выводы. На основании проведенных исследований было принято решение провести работу по совершенствованию рецептуры изделий путем внесения жировых компонентов для улучшения показателей качества теста и изделий.

В заключении следует отметить целесообразность разработки рецептуры и технологии получения хлебных палочек с добавлением порошка мякоти и кожуры тыквы для вне-

дрения безотходных биотехнологий в области производства продуктов питания функционального назначения из растительного сырья.

Список литературы

1. Utilization of pumpkin, pumpkin powders, extracts, isolates, purified bioactives and pumpkin based functional food products: A key strategy to improve health in current post COVID 19 period / A. Hussain [et. Al.] // Appl Food Res. – 2022. – 2(2). – P. 100241.
2. In Vitro Role of Pumpkin Parts as Pharma-Foods: Antihyperglycemic and Antihyperlipidemic Activities of Pumpkin Peel, Flesh, and Seed Powders, in Alloxan-Induced Diabetic Rats / A. Hussain [et. Al.] // Int J Food Sci. – 2022. – P.4804408.
3. Nutritional Value, Phytochemical Potential, and Therapeutic Benefits of Pumpkin (*Cucurbita* sp.) / M. Batool [et. Al.] // Plants (Basel). – 2022. – 11(11): – P. 1394.

POTENTIAL APPLICATION OF BACTERIAL CELLULOSE TO REPLACE NANOCELLULOSE IN TIRE PRODUCTION

Pazhytak K.A.

Belarusian State University

Department of English for Sciences

Scientific supervisor – Brych V.V., Senior English Instructor, the Department of English for Sciences, Faculty of Social-Cultural Communications, Belarusian State University

Relevance. Nanocellulose is used in tire production because it makes tires more environmentally friendly, improves their properties, and also helps to save fuel. However, the complex and expensive production and purification of plant-based nanocellulose limits its use. Therefore, in this article, we consider replacing plant-based nanocellulose with bacterial cellulose.

Aim of research — to consider the possibility of replacing plant-based nanocellulose with bacterial cellulose in tire production.

Materials and methods. The materials and research methods used in writing the article included searching and analyzing literature on the application and reasons for using nanocellulose in tire production, methods of obtaining, processing and purifying nanocellulose from plant raw materials, sources, obtaining and purifying bacterial nanocellulose and comparing the characteristics of bacterial cellulose with plant nanocellulose to assess the prospects for using bacterial cellulose in tire production instead of plant-based nanocellulose.

Research results. There is a range of sources that describe the application of nanocellulose in tire production [1,2,5,7].

Nanocellulose is the material consisting of nanosized cellulose fibers with a high aspect ratio. As a new type of reinforcing filler with environmental friendliness, biodegradability, extensive sources and formability for various nanoparticle forms and properties, nanocellulose has been paid much attention to in the field of polymer [6]. Various studies show that inclusion of nanocellulose in the tire composition improves its characteristics. Nanocellulose possesses a high aspect ratio, high Young's modulus, high tensile strength, low coefficient of thermal expansion, etc. Its addition to tires improves their thermal stability and mechanical properties, such as mechanical resistance, reduction in weight of vehicles, and wear resistance [1,2,4]. Nanocellulose, due to its large surface area, high crystallinity, and abundance of hydroxyl groups, provides excellent dispersion and interfacial adhesion in the rubber matrix, significantly improving the mechanical properties and environmental adaptability of the rubber material [7]. It has also been proven that the addition of nanocellulose improves the rolling resistance of the tire, which leads to a reduction in fuel consumption and, consequently, to a reduction in exhaust emissions and environmental pollution [1].

Carbon black (CB) is the common reinforcing filler used in the rubber industry. CB is manufactured by the incomplete combustion of heavy petroleum products that release toxic gases and produce hazardous waste. In addition, it was found that it has a carcinogenic effect on people [4]. Nanocellulose may be incorporated into the carbon black or used to replace a portion of the carbon

black. If tires are burned, toxic combustion products can result. Biomass-derived tires, or tires comprising nanocellulose can improve the combustion profile due to cleaner burning. The nanocellulose could also be recycled or converted to sugars by hydrolysis, or gasified to produce syngas. [2] In addition, partial replacement of carbon black will bring enormous economic benefits to the rubber industry thanks to the replacement of substitute petroleum derivatives [1,5].

In addition, nanocellulose is an environmentally friendly, biodegradable material, which, together with the reduction of carbon emissions, contributes to the protection of environment [2, 4].

The biomass feedstock may be selected from hardwoods, softwoods, forest residues, eucalyptus, industrial wastes, pulp and paper wastes, consumer wastes, or combinations thereof. However, one of the limitations of its production is the labor-intensive and energy-intensive nature of processing and purifying plant-based nanocellulose. The nanocellulose may be obtained from a biomass-fractionation process utilizing an acid catalyst, a solvent for lignin, and water to generate a lignin-containing nanocellulose precursor, followed by mechanical treatment of the nanocellulose precursor to produce the nanocellulose [2]. The first step in the process of producing nanocellulose from plant materials is "cooking," which fractionates the three components of lignocellulosic material (cellulose, hemicellulose, and lignin) to allow easy downstream removal. The lignocellulosic material is processed in a solution (cooking liquor) of aliphatic alcohol, water, and sulfur dioxide. The cooked biomass is washed in alcohol-rich solution to recover lignin and dissolved hemicelluloses, and the remaining cellulose is further processed. The process may additionally include treating the cellulose-rich solid with one or more enzymes or one or more acids. Next, the lignin-containing nanocellulose precursor is mechanically processed to obtain nanocellulose [2]. The process further comprises enzymatically treating the nanocrystalline cellulose.

Currently, technologies and new methods for obtaining bacterial cellulose are being actively developed. Bacterial cellulose is a very pure form of cellulose that does not contain other impurities, like its wood counterpart, and has a high degree of crystallinity and improved mechanical and water-retaining properties. There are some species of bacteria capable of overproduction of bacterial cellulose that has the same properties as nanocellulose. However, the process of its obtaining differs significantly from the process of obtaining plant-based nanocellulose. The production of bacterial cellulose involves cultivation of bacteria in a nutrient medium, followed by separation of bacterial cellulose, treatment with alkali and acid, washing, and drying [8]. Using industrial waste as a nutrient substrate can help to reduce the cost of biosynthesis. In addition, bacterial cellulose finds application in many different fields, which contributes to the active search for ways of optimizing its production. Thus, this cellulose is immediately produced in nanocrystalline and nanofibrillar form, which significantly reduces the amount of work and energy expended in its purification processes. Also, there is no need to constantly search for plant resources, including wood.

Conclusions. Thus, bacterial cellulose has a number of characteristics that are similar to plant-based nanocellulose. Also, bacterial cellulose is much less energy-intensive and labor-intensive in the production process and does not require a number of purification stages necessary when processing plant cellulose and its purifying from lignins and other substances. Therefore, replacing nanocellulose used in tires with bacterial cellulose is a more economically advantageous and very promising direction.

References

1. Reinforcement of rubber by carbon black and lignin-coated nanocellulose fibrils / Tunnicliffe, L. B., Nelson, K., Pan, S., Curtis, J., & Herd, C. R. // *Rubber Chemistry and Technology*. - 2020 — 93(4) – C. 633–651.
2. Automotive tires containing hydrophobic nanocellulose // Google Patents URL: <https://patents.google.com/patent/US20160122515A1/en> (дата обращения: 11.10.2025).
3. Insider knowledge for all things carbon black // Birla carbon URL: <https://www.birlacarbon.com/nanocellulose-dispersion-composite-ndc-a-new-sustainable-alternative-for-the-rubber-industry/> (дата обращения: 11.10.2025).

4. Green tire technology: Effect of rice husk derived nanocellulose (RHNC) in replacing carbon black (CB) in natural rubber (NR) compounding/ Midhun D., Rani J., P.M Sabura Begum [и др.] // *Carbohydrate Polymers*. - 2020. - №230
5. Study on natural rubber reinforced with natural microcrystalline cellulose whiskers / Gu Ju, Li Xionghui, Jia Demin [и др.] // *Acta Polymerica Sinica*. - 2009. - №7. - C. 595-598.
6. Research progress of nanocellulose reinforced rubber/ Gu Ju, Liang Xiaorong, Huang Fei [и др.] // *Journal of South China University of Technology (Natural Science Edition)*. - 2016. - №2. - C. 124-132.
7. Nanocellulose rubber: The future of green reinforcement materials // Tianlu Nano URL: <https://www.tianlunano.com/id46440316.html> (дата обращения: 11.10.2025).
8. Способ получения бактериальной целлюлозы // Google Patents URL: <https://patents.google.com/patent/RU2597291C1/ru> (дата обращения: 11.10.2025).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРОШКА ИЗ МЯКОТИ ТЫКВЫ ДЛЯ АКТИВАЦИИ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* В СМЕСЯХ С ПШЕНИЧНОЙ МУКОЙ

Добренко Ю. Г.¹, Осипова В. А.²

¹Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

Кафедра химии и биотехнологии

Научный руководитель – ст. пр. Колесник И. М.,

²Гродненский государственный аграрный университет

Кафедра технологии хранения и переработки растительного сырья

Научный руководитель – к.б.н., доцент Русина И. М.

Актуальность. Современная пищевая промышленность и научные разработки всё активнее ориентируются на создание функциональных продуктов питания. Функциональное питание – это научно-прикладное направление, возникшее на стыке медицинской и пищевой биотехнологии. Под функциональным питанием подразумевается систематическое употребление продуктов, которые оказывают положительное влияние на одну или несколько функций организма человека, тем самым способствуя улучшению состояния здоровья и снижению риска возникновения различных заболеваний [1]. Массовой категорией продуктов, которые могут употребляться систематически, являются хлебобулочные изделия. Использование овощных порошков, в частности тыквенного, позволяет не только повысить пищевую ценность продукции, но и улучшить её технологические характеристики. Тыква содержит уникальный комплекс биологически активных веществ: каротиноиды, витамины (А, С, Е, группы В), минеральные элементы (калий, железо, цинк), пищевые волокна и пектины, обладающие антиоксидантными, противовоспалительными, иммуномодулирующими, кардиопротективными и противораковыми свойствами [2, 3]. Натуральные пигменты, фитостерины, эфирные масла, белки, пептиды и аминокислоты, содержащиеся в тыкве, обуславливают высокие органолептические показатели готовой продукции. За последнее время использование тыквы в качестве обогащающего компонента функциональных продуктов питания значительно выросло: хлебопекарная промышленность выпускает хлебобулочные и кондитерские изделия, крекеры, печенье, злаковые батончики, питательная ценность и органолептические показатели которых значительно выше по сравнению с традиционными продуктами [4]. В литературе показано, что умеренное введение порошка тыквы (обычно в пределах нескольких процентов от массы муки) улучшает цвет, вкус и питательную ценность хлебобулочных изделий, тогда как большие добавки требуют рецептурных корректировок из-за изменения структуры клейковины и влажности теста. Это делает актуальным экспериментальное исследование влияния тыквенного порошка на процессы брожения и качество хлеба.

Цель исследования – выявить влияние введения порошка из мякоти тыквы на интенсивность брожения теста и оценить целесообразность и оптимальную дозировку фитопорошка в технологии приготовления многокомпонентных хлебобулочных изделий.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования в модельном эксперименте служили прессованные хлебопекарные дрожжи. Для оценки их бродильной активности составляли композитные смеси, содержащие порошок из мякоти тыквы сорта «Стофунтовая», полученный методом инфракрасной сушки при температуре 65-80°C с последующим измельчением до однородной консистенции; пшеничную муку первого сорта, воду. Тыквенный порошок вносили в количестве 3%, 5%, 7%, 9 % и 11 % от массы муки. Контрольный образец готовили без добавления порошка. Образцы смесей помещали в стеклянные колбы, герметично закрытые пробкой с поглотителем Рихтера, заполненным концентрированной серной кислотой для улавливания паров воды. Колбы выдерживали в термостате при температуре 30 °C и взвешивали через 60, 120 и 150 минут для регистрации потери массы за счет выделения диоксида углерода. Скорость газообразования рассчитывали на каждом этапе эксперимента.

Результаты исследования. Внесение тыквенного порошка в состав теста оказало значительное влияние на интенсивность брожения. Во всех опытных образцах отмечалось увеличение объема выделившегося CO₂ по сравнению с контролем на 37,5-87,5%. Наибольшее суммарное выделение углекислого газа (0,15 г за 2,5 часа) наблюдалось при дозировке порошка 11%.

Анализ динамики газообразования показал, что скорость выделения CO₂ варьировала в зависимости от этапа брожения и концентрации добавки:

- на первом часу (1-60 минуты) наибольшая скорость газообразования (70 мг/ч) зафиксирована в образце с 5 % порошка, что в 3,5 раза превышало показатель контроля (20 мг/ч),
- на втором часу (61-120 минуты) максимальная интенсивность брожения (70 мг/ч) наблюдалась при 11% добавке,
- на завершающем этапе (121-150 минуты) скорость газообразования оставалась высокой (80 мг/ч) в вариантах с 9% и 11% порошка, тогда как в контроле она снизилась до 20 мг/ч.

Установлено, что образец с 5% добавкой тыквенного порошка характеризуется максимальной активностью на начальной стадии брожения, что позволяет сократить продолжительность технологического цикла на 60-90 минут. Более высокие дозировки (9-11 %) хотя и обеспечивают высокую общую газообразующую способность, но не позволяют сократить время брожения из-за смещения пиковой активности на поздние этапы.

Выводы. Применение тыквенного порошка в составе теста для хлебобучочных изделий способствует активации хлебопекарных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* и увеличивает интенсивность брожения теста на 37,5-87,5 % в зависимости от дозировки.

Наибольшая эффективность достигается при внесении 5 % тыквенного порошка от массы муки, что позволяет интенсифицировать процесс на начальной стадии брожения и сократить продолжительность технологического цикла.

Тыквенный порошок улучшает питательный профиль хлебобучочных изделий, обогащая их каротиноидами, витаминами и минеральными веществами, что соответствует современным тенденциям развития функционального питания.

Перспективным направлением дальнейших исследований является оптимизация рецептур хлебобучочных изделий с комбинацией тыквенного порошка с другими растительными добавками для создания продуктов специализированного назначения.

Список литературы

1. Бобренева, И. В. Функциональные продукты питания и их разработка / И.В. Бобренева. – СПб.: учеб. пособие, 2024 – 368 с.
2. Агибалова, В. С. Разработка научно обоснованных рецептур хлебобучочных изделий повышенной пищевой ценности с применением перспективных фитообогащителей : дис. ... канд. с/х наук: 05.18.01 / В.С. Агибалова. – Воронеж, 2016. – 189 л.
3. Акулич, А. В. Особенности рынка хлебопечения и перспективные направления развития хлебопекарной отрасли Беларуси и России / А. В. Акулич, М. Н. Костюченко, М. Г. Балыхин [и др.] // Журн. Российский биотех. ун-та, Хранение и переработка сельхозсырья. – 2022. – № 3. – С. 187–209.
4. Кучер, А. С. Изучение свойств растительных порошков для создания фитокомпозиций специализированного и функционального назначения / А. С. Кучер, С. С. Ануфрик, О. В. Павлова, В. Г. Корнийчук, С. В. Владимиров // Современная наука и инновации. – 2025. – № 1. – С. 90-105.

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ МАРКЁРОВ

Петрович В.А.

Полесский государственный университет, г. Пинск, Беларусь

Кафедра биотехнологии

Актуальность. Рак предстательной железы (РПЖ) является одним из лидирующих по смертности злокачественных новообразований у мужчин [1, с. 45]. С целью подробного изучения механизма действия малых молекул на CYP17A1 специалистами создаются множество баз данных, отражающих множество химических свойств молекул, для дальнейшего изучения, а также создания эффективных лекарственных препаратов против КРРПЖ и не только.

Цель исследования – создать на основе экспериментальных данных базу данных лигандов цитохрома P450 17A1 человека для использования при направленном конструировании новых эффективных лекарственных препаратов для лечения рака простаты.

Материалы и методы исследования. Систематический обзор литературы по базе данных PubMed, компьютерное моделирование, статистическая обработка данных.

Результаты исследования. На основе экспериментальных данных по изучению связывания CYP17A1 с малыми молекулами, представленных в базе данных PubMed была создана новая база данных для использования при направленном конструировании новых эффективных лекарственных препаратов для лечения рака предстательной железы в программном обеспечении DataWarrior. Программа Microsoft Excel так же была использована для статистической обработки данных.

На текущий момент в базе содержится 35 молекул, для которых экспериментально показано связывание с CYP17A1 человека. Каждой записи соответствуют следующие поля: Doi статьи; название молекулы, которую тестировали; структура этой молекулы (была смоделирована в программе DataWarrior); молекулярная масса молекулы; параметр взаимодействия этой молекулы с белком (константа диссоциации и/или IC50); название экспериментального метода, который применялся в работе.

Также для каждой молекулы рассчитан ряд дескрипторов, полностью характеризующие её свойства и структуру.

Эти параметры помогают анализировать химические соединения, прогнозировать их свойства и потенциал в фармацевтике, также дают возможность оценивать потенциальные риски соединений при разработке лекарственных препаратов и химических веществ.

Основная масса данных характеризуется умеренными значениями по всем параметрам, что типично для органических соединений, потенциально пригодных для фармацевтических исследований.

Собранная база данных представлена ниже.

Таблица 1 – Фрагмент базы данных лигандов CYP17A1 человека (без указания дескрипторов)

№	Doi статьи	Название молекулы	Kd	IC50	Название экспериментального метода	Total Molweight
1	10.1021/acs.jmedchem.3c00442	Orteronel (ТАК-700)	-	19 нМ	Исследование на рекомбинантном белке	307,352
2	10.1016/j.jsbmb.2012.10.019	Compound 4	-	3.51 нМ	Исследование на рекомбинантном белке	293,369
3	10.1016/j.taap.2024.116945	Efinaconazole	-	4.01 нМ	Исследование на рекомбинантном белке	348,396
4	10.1016/j.taap.2024.116945	Talarozole	-	0.71 нМ	Исследование на рекомбинантном белке	377,515
5	10.1016/j.jsbmb.2012.10.019	Compound 5	-	46.1 нМ	Исследование на рекомбинантном белке	294,353
6	10.1016/j.taap.2024.116945	Liarozole	-	0.11 нМ	Исследование на рекомбинантном белке	308,771
7	10.1016/j.jsbmb.2020.105777	Hydroxyprogesterone	2.32 нМ	-	Исследование на модельных животных	330,466
8	10.1093/biomethods/bpab026	Rutin	-	-	Исследование на рекомбинантном белке	610,519
9	10.1016/j.jsbmb.2020.105777	Hydroxypregnenolone	0.63 нМ	-	Исследование на модельных животных	332,482
10	10.1016/j.taap.2024.116945	Mocetinostat	-	1.47 нМ	Исследование на рекомбинантном белке	396,453
11	10.1016/j.taap.2024.116945	Nolatrexed	-	2.21 нМ	Исследование на рекомбинантном белке	284,342
12	10.1016/j.taap.2024.116945	Serdemetan	-	2.02 нМ	Исследование на рекомбинантном белке	328,418
13	10.1016/j.jsbmb.2020.105777	Progesterone	1.92 нМ	-	Исследование на модельных животных	314,467
14	10.1016/j.jsbmb.2020.105777	Pregnenolone	0.86 нМ	-	Исследование на модельных животных	316,483
15	10.1016/j.jsbmb.2020.105777	Compound 4	13.2 нМ	-	Исследование на модельных животных	372,547
16	10.1021/acs.jmedchem.3c00442	Abiraterone	-	-	Исследование на клетках	349,516
17	10.1016/j.jsbmb.2020.105777	Compound 8	108 нМ	-	Исследование на модельных животных	406,561
18	10.1016/j.jsbmb.2020.105777	Compound 2	26.0 нМ	-	Исследование на модельных животных	390,562
19	10.1016/j.jsbmb.2020.105777	Compound 10	18.5 нМ	-	Исследование на модельных животных	304,428
20	10.1016/j.taap.2024.116945	Lulikonazole	-	9.07 нМ	Исследование на рекомбинантном белке	354,284
21	10.1016/j.jsbmb.2020.105777	Compound 11	97.3 нМ	-	Исследование на модельных животных	346,425
22	10.1002/pros.22801	RSVDA	-	1.3 нМ	Исследование на клетках человека (клеточная линия H295R)	312,32
23	10.1016/j.jsbmb.2012.10.019	Compound 3	-	3.0 нМ	Исследование на рекомбинантном белке	269,73

продолжение таблицы 1

24	10.1002/pros.22801	RSVTM	-	2.6 нМ	Исследование на клетках человека (клеточная линия H295R)	270,327
25	10.1002/pros.22801	RSVTA	-	0.82 нМ	Исследование на клетках человека (клеточная линия H295R)	354,357
26	10.1002/pros.22801	Piceatannol (PIC)	-	11.7 нМ	Исследование на клетках человека (клеточная линия H295R)	244,245
27	10.1002/pros.22801	Resveratrol (RSV)	-	22.8 нМ	Исследование на клетках человека (клеточная линия H295R)	228,246
28	10.1016/j.jsbmb.2020.105777	Compound 15	11.2 нМ	-	Исследование на модельных животных	339,477
29	10.1016/j.jsbmb.2012.10.019	Compound 2	-	23.595 нМ	Исследование на рекомбинантном белке	287,336
30	10.1016/j.jsbmb.2012.10.019	Compound 1	-	73.2 нМ	Исследование на рекомбинантном белке	305,351
31	10.3390/biom12020165	Compound 2	-	1.2 нМ	Исследование на клетках	305,424
32	10.1016/j.jsbmb.2020.105777	Compound 12	6.4 нМ	-	Исследование на модельных животных	558,58
33	10.1016/j.jsbmb.2020.105777	Compound 13	0.33 нМ	-	Исследование на модельных животных	602,633
34	10.1016/j.jsbmb.2020.105777	Compound 5	0.46 нМ	-	Исследование на модельных животных	384,558
35	10.1016/j.jsbmb.2020.105777	Compound 3	0.17 нМ	-	Исследование на модельных животных	446,669

Выводы. Статистический анализ результатов с помощью программного обеспечения MS Excel показал, что созданная база данных является сбалансированной по наличию “активных”/”неактивных” молекул, а также содержит различающиеся по структуре и свойствам соединения, что в будущем позволит значительно расширить область применимости предсказательной модели, построенной на основании этой информации.

Список литературы

1. Основные молекулярные мишени для терапии рака предстательной железы / Г. С. Краснов [и др.] // Сибирский онкологический журнал. – 2014. – № 6. – С. 45–53.

ОЦЕНКА РЕЗИСТЕНТНОСТИ *LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* (SAY, 1824) И *APHIS POMI DE GEER, 1773* К БИОИНСЕКТИЦИДУ «БИТОКСИБАЦИЛЛИН»

Попок А.С., Воробьева М.М.

УО «Полесский государственный университет»

Кафедра биотехнологии

Актуальность. На сегодняшний день в области сельского хозяйства наиболее актуальной проблемой является рост популяций вредителей сельскохозяйственных и иных возделываемых культур, что обусловлено адаптацией их генетических аппаратов. Как известно, основной группой мероприятий для решения представленной выше проблемы остается использование химических инсектицидов с различными действующими веществами, однако, как показывает практика, данный метод не всегда имеет высокий результат эффективности. С течением времени формируются устойчивые формы, которые вытесняют неустойчивые

формы, в результате чего возникает необходимость получения новых более эффективных препаратов для регулирования численности насекомых-вредителей [1].

Согласно литературным данным [2], Лесной попечительный совет в нашей стране рекомендует внедрять экологически безопасные нехимические методы контроля численности вредителей и по возможности избегать использование химических пестицидов. Альтернативой химическим инсектицидам могут стать препараты биологического происхождения, разработанные на основе микроорганизмов [3]. Особый научный интерес, в рамках настоящего исследования, вызвал препарат «Битоксибациллин», разработанный на основе штамма *Bacillus thuringiensis* var. *Thuringiensis*.

Цель исследования – оценить устойчивость имаго колорадского жука и яблонной тли к биоинсектициду «Битоксибациллин» в лабораторных условиях УО «Полесский государственный университет».

Материалы и методы исследования. В рамках изучения данной проблематики были проведены экспериментальные исследования устойчивости *Leptinotarsa decemlineata* и *Aphis pomi* к препарату «Битоксибациллин» на основе экзотоксина микробной культуры *Bacillus thuringiensis* var. *Thuringiensis*.

Объектами исследования послужили имаго тлей *Aphis pomi*, собранных с молодых яблонь на территории г. Пинска, а также колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* частного подворья Пинского района.

Для проведения эксперимента особей *Leptinotarsa decemlineata* и *Aphis pomi* помещали в чашки Петри на листовые пластинки картофеля и яблони соответственно, предварительно смоченных с обеих сторон раствором биопрепарата согласно инструкции по применению. Учет численности выживших особей проводили в течение 15 суток через 1 ч., 3 ч., 6 ч., и 20 ч.

Результаты исследования. По результатам эксперимента по оценке резистентности *Leptinotarsa decemlineata* к биоинсектициду имаго проявляли среднюю чувствительность к препарату. Так, спустя сутки после обработки препаратом, выживаемость особей составляла 100 % в экспериментальных и контрольной группах. Минимальная выживаемость особей наблюдалась во всех экспериментальных группах лишь на двенадцатые сутки действия биопрепарата (рис. 1).

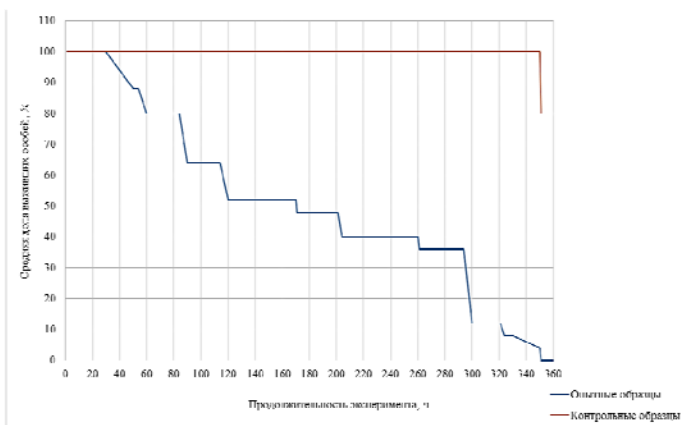


Рисунок 1. Изменение средней доли выживших особей *Leptinotarsa decemlineata* в течение эксперимента

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод об эффективности применения препарата в отношении *Leptinotarsa decemlineata*. Кроме того, в результате наших на-

блюдений было установлено, что эффективность препарата зависит от температуры окружающей среды. В первые дни проведения эксперимента среднесуточная температура окружающей среды составляла 13–17 °С, спустя неделю – 20–25 °С. Для справки, наибольшая эффективность препарата наблюдается при температуре воздуха 20–25 °С.

Имаго тлей *Aphis pomi* в ходе эксперимента показали более высокую степень чувствительности к микробиологическому препарату (Рис.2).

Рисунок 2. Изменение средней доли выживших особей *Aphis pomi* в течение эксперимента

Минимальная выживаемость экспериментальной группы имаго была зафиксирована уже спустя 54 ч. с момента обработки листовых пластинок. Данный факт свидетельствует о высоком уровне чувствительности яблонной тли к данному бактериальному препарату. Необходимо отметить, что согласно инструкции биоинсектицид «Битоксибациллин» успешно использовался против паутинного клеща, колорадского жука и листогрызущих гусениц, однако, до сих пор не был апробирован против тлей. Предварительные результаты нашего эксперимента показали высокую эффективность данного препарата также против этой группы насекомых. Безусловно необходимо расширить выборку и экстраполировать данные в естественные условия обитания этой группы насекомых, однако, результаты нашего эксперимента позволяют заключить, что биоинсектицид «Битоксибациллин» может быть успешно применен для борьбы с яблонной тлей.

В ранее представленных нами работах, направленных на изучение устойчивости насекомых к препарату «Биотлин» (действующее вещество: имидаклоприд) и «Актара» (действующее вещество: тиаметоксам), мы наблюдали высокий уровень устойчивости имаго колорадского жука, персиковой тли и яблонной тли в лабораторных условиях при использовании данных инсектицидов. В результате данного эксперимента, у имаго колорадского жука мы отметили тенденцию к формированию устойчивости к биоинсектициду «Битоксибациллин», в то время как у яблонной тли обратная тенденция – появление высокой чувствительности к представленному выше препарату.

Таким образом, на основании полученных результатов, можно сделать следующие **выводы:**



1. У имаго *Leptinotarsa decemlineata* и *Aphis pomi*, коллектированных на территории г. Пинска и Пинского района отмечается формирование резистентности к биоинсектициду «Битоксибациллин», разработанного на основе экзотоксина микробной культуры *Bacillus thuringiensis* var. *Thuringiensis*.

2. В лабораторных условиях установлено, что биопрепарат имеет пролонгированный эффект для особей *Leptinotarsa decemlineata*, что указывает на риск развития резистентности к данному препарату у колорадского жука.

3. В результате предварительно эксперимента нами показано, что имаго тлей *Aphis pomi* проявляют высокую чувствительность к биоинсектицид «Битоксибациллин», в связи с чем он может быть успешно применен для борьбы с яблонной тлей.

Список литературы

1. Удалов, М.Б. Современные методы резистентности к инсектицидам в популяциях колорадского жука / М.Б. Удалов // Наука и современность. – 2010. – № 1. – С. 51–55.
2. Блинцов А.И. Оценка биологической эффективности биопрепарата актофит, разрешенного для применения в FSC-сертифицированных лесхозах / А.И. Блинцов, Ю.А. Ларинина, А.В. Хвасько, А.В. Козел, С.С. Куликов // Труды БГТУ. – 2016. – №1. – С. 167–171.
3. Патыка, Т.И., Ермолова, В.П., Кандыбин, Н.В. К вопросу формирования резистентности насекомых к *Bacillus thuringiensis* / Т.И. Патыка, В.П. Ермолова, Н.В. Кандыбин // Вестник защиты растений. – 2008. – №2. – С. 19–24.

СТЕПЕНЬ ИЗМЕНЕНИЯ ХРОМАТОФИЛИИ ЦИТОПЛАЗМЫ МИТРАЛЬНЫХ КЛЕТОК ОБОНЯТЕЛЬНОЙ ЛУКОВИЦЫ И ПИРАМИДНЫХ НЕЙРОНОВ ОБОНЯТЕЛЬНОЙ КОРЫ ПРИ СУБТОТАЛЬНОЙ ИШЕМИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫСЫ

Савко П.А.

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы
Кафедра химии и биотехнологии
Научный руководитель – к.б.н. Узлова Е.В.

Актуальность. Изучение ишемии актуально из-за лидирующих позиций cerebrovascular заболеваний в структуре заболеваемости и смертности: до 85% инсультов вызваны ишемией, что ведет к смерти и инвалидизации взрослого населения. Особый интерес представляют изменения в структурах филогенетически древних, таких как обонятельный мозг.

Цель исследования – установить степень изменения хроматофилии цитоплазмы митральных клеток обонятельной луковицы и пирамидных нейронов обонятельной коры при субтотальной ишемии головного мозга крысы.

Материалы и методы исследования. В исследовании использовали материал от белых беспородных крыс весом 230 ± 20 г, содержавшихся в стандартных условиях. Исследование выполнено в строгом соответствии со всеми требованиями Директивы Европейского Парламента и Совета № 2010/63/EU от 22.09.2010 о защите животных, используемых для научных целей [1], с учетом «Правил проведения работ с использованием экспериментальных животных» [2].

Для моделирования субтотальной ишемии головного мозга (СИГМ) проводили лигирование обеих общих сонных артерий после анестезии тиопенталом натрия. Животные были разделены на 3 группы: контрольная (без лигирования обеих общих сонных артерий, $n=4$), 30-минутная СИГМ ($n=4$) и 3-часовая СИГМ ($n=4$). Образцы головного мозга фиксировали, изготавливали серийные парафиновые срезы и окрашивали методом Ниссля для идентификации структур [3] и оценки степени хроматофилии цитоплазмы. Статистическую обработку проводили с использованием критерия Краскела-Уоллеса.

Результаты исследования. После 30 минут СИГМ в митральных клетках обонятельной луковицы отмечено значимое снижение доли нормохромных нейронов (на 21,7%, $p<0,001$) и увеличение доли клеток-теней (на 9,8%, $p<0,01$). Через 3 часа продолжается снижение доли нормохромных нейронов (на 30,4%, $p<0,001$), увеличивается доля гиперхромных (на 12,5%, $p<0,01$) и гиперхромных сморщенных нейронов (на 8,5%, $p<0,05$) по сравнению с контролем; по сравнению с 30-минутным воздействием наблюдается дальнейшее уменьшение доли нормохромных (на 8,7%, $p<0,05$) и гиперхромных нейронов (на 14,1%, $p<0,01$).

В пирамидных клетках пириформной коры после 30-минутного ишемического воздействия увеличивается доля нормохромных нейронов (на 1,27%, $p<0,01$) и клеток-теней (на 10,48%, $p<0,001$), снижается доля гиперхромных нейронов (на 14%, $p<0,001$). Через 3 часа наблюдается снижение нормохромных (на 18,95%, $p<0,001$) и гиперхромных нейронов (на 7,78%, $p<0,05$), и увеличение доли клеток-теней (на 11,6%, $p<0,001$) по сравнению с контролем; по сравнению с 30 минутами наблюдается снижение доли нормохромных (на 20,22%, $p<0,05$) и увеличение доли гиперхромных нейронов (на 6,22%, $p<0,001$).

После 30 минут СИГМ в передней обонятельной коре увеличивается только доля гипохромных нейронов (на 7,48%, $p<0,001$). Но уже через 3 часа наблюдается снижение доли нормохромных нейронов (на 19,12%, $p<0,001$), увеличение доли гиперхромных сморщенных (на 14,13%, $p<0,001$) и продолжает увеличиваться доля гипохромных нейронов (на 3,01%, $p<0,05$) по сравнению с контролем, а по сравнению с 30 минутами — снижение нормохромных (на 16,83%, $p<0,001$), увеличение гиперхромных (на 8,32%, $p<0,001$) и гиперхромных сморщенных нейронов (на 13%, $p<0,001$), а также уменьшение гипохромных нейронов (на 4,47%, $p<0,001$).

Через 30 минут ишемии в пирамидных клетках энторинальной коры снижается доля нормохромных нейронов (на 19,4%, $p<0,01$) и увеличивается доля гиперхромных (на 7,76%, $p<0,01$), гиперхромных сморщенных (на 4,22%, $p<0,05$), гипохромных нейронов (на 4,29%, $p<0,05$) и клеток-теней (на 3,04%, $p<0,05$) по сравнению с контролем. Через 3 часа продолжается рост гипохромных нейронов (на 0,21%, $p<0,05$) и снижается доля клеток-теней (на 5,89%, $p<0,05$) по сравнению с контролем, по сравнению с 30 минутной группой клеток-теней становится меньше (на 9,03%, $p<0,01$).

Через 30 минут ишемии в пирамидных клетках обонятельного бугорка увеличивается доля нормохромных (на 11,42%, $p<0,05$) и уменьшается гиперхромных нейронов (на 9,75%, $p<0,05$). Через 3 часа изменений по сравнению с контролем не отмечается, но по сравнению с 30 минутами происходят снижение нормохромных нейронов (на 18,95%, $p<0,001$), увеличение гиперхромных нейронов (на 13,09%, $p<0,01$) и клеток-теней (на 4,07%, $p<0,05$).

Выводы. Данные подтверждают существенное влияние СИГМ на хроматофилию нейронов обонятельной луковицы и коры. В пириформной, энторинальной коре и обонятельном бугорке изменения проявляются уже через 30 минут, тогда как в обонятельной луковице и передней обонятельной коре только через 3 часа. С течением времени снижается доля нормохромных митральных клеток и увеличивается число клеток-теней и гиперхромных сморщенных нейронов, что свидетельствует о необратимых изменениях, подтверждающих литературные данные [4].

Пирамидные нейроны в корковых областях также характеризуются уменьшением доли нормохромных клеток, увеличением доли клеток-теней, гипохромных и гиперхромных сморщенных клеток. Исключением является область обонятельного бугорка, где через 30 минут доля нормохромных растёт, а гиперхромных — снижается. Эти изменения указывают на различные стадии и механизмы реакции единиц обонятельной системы на ишемию, включая начальные процессы апоптоза, стрессовые реакции и компенсаторные механизмы [4].

Список литературы

1. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes // EUR-Lex. – URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/63/2019-06-26> (дата обращения: 30 мая 2025 г.).
2. Каркищенко Н. Н., Грачев С. В. Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских технологиях / Н. Н. Каркищенко, С. В. Грачев. – Москва : Профиль-2С, 2010. – 358 с.
3. Paxinos G., Watson C. The rat brain in stereotaxic coordinates / G. Paxinos, C. Watson. – 6th ed. – London : Academic Press, 2007. – 448 с.

4. Shepherd G. M. Synaptic organization of the mammalian olfactory bulb // *Physiological Reviews*. – 1972. – Vol. 52, no 4. – P. 864 – 917.

ФЕРМЕНТАТИВНЫЕ ГИДРОЛИЗАТЫ СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ КОРОВЬЕГО МОЛОКА ДЛЯ ЭНТЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ

Сидорова Ю.С., Петров Н.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», Москва, Российская Федерация

Актуальность. Функциональные пищевые ингредиенты, полученные из сывороточного белка коровьего молока, используются во многих продуктах питания в качестве полноценных источников белка с чистым вкусом и универсальной функциональностью. В основном используют изоляты (ИСБ), концентраты (КСБ) и гидролизаты (ГСБ) сывороточных белков молока в качестве ингредиентов продуктов питания различной направленности. Контролируемый гидролиз сывороточного белка обычно применяется для улучшения его межфазных свойств, повышения растворимости в воде и высвобождения биологически активных пептидов, в том числе обладающих антиоксидантной активностью [1]. Функциональность ГСБ зависит от параметров гидролиза, таких как тип фермента, соотношение фермент/субстрат, время гидролиза, температура и pH. Эти параметры можно оптимизировать для достижения целевых характеристик, например, высвобождения биоактивных пептидов. Основной проблемой при производстве гидролизатов белков является высвобождение гидрофобных и горьких пептидов. Соответственно, гидролиз белка обычно ограничивают, чтобы минимизировать горечь. Традиционно для контроля процесса гидролиза белка используется степень гидролиза, которая является мерой процента расщепленных пептидных связей. Степень гидролиза ГСБ, полученного с использованием эндопептидаз, не должна превышать 8%, чтобы минимизировать горечь и улучшить функциональные свойства полученного продукта [2]. Другой подход к минимизации горечи заключается в использовании экзопептидаз, которые снижают горечь гидролизатов путем расщепления терминальных аминокислот, таких как объемные основные и гидрофобные аминокислоты [3].

Биологически активные свойства сывороточных белков обусловлены, главным образом, биологически активными пептидами, высвобождаемыми в процессе гидролиза сывороточных белков специфическими ферментами. В настоящее время в литературе рассматриваются такие полезные для здоровья свойства ГСБ, как антиоксидантное, антигипертензивное, антитромботическое, противовоспалительное, противомикробное, противораковое и иммуномодулирующее [4]. Помимо биологически активных свойств ГСБ обладают рядом технологических преимуществ. Хорошая набухаемость, растворимость, гелеобразование, способность удерживать воду и связывать жир делают сывороточные белки и их гидролизаты превосходными стабилизаторами пищевых продуктов [5].

Цель исследования. Получить ферментативный гидролизат сывороточного белка коровьего молока протеолитом ферментным препаратом отечественного производства Протозим Н и оценить его биологическую ценность.

Материалы и методы. Гидролиз КСБ проводили в условиях оптимального температурного режима и оптимального значения pH реакционной смеси для ферментного препарата Протозимом Н (температура 60°C и pH 7,0). Соотношения фермент/КСБ: 3/100 (в пересчете на сухую массу). По окончании гидролиза КСБ (180 минут) реакционную смесь нагревали до 75°C в течение 20 минут, инактивируя ферменты. Полученный гидролизат охлаждали до комнатной температуры, замораживали и лиофильно высушивали на лиофильной сушке ЛС-500 (ПРОИНТЕХ, Россия).

Аминокислотный состав определяли на автоматическом аминокислотном анализаторе фирмы «Hitachi» с последующей компьютерной обработкой данных по программе Мульти-хром для Windows.

Расчет аминокислотного сора проводили следующим образом:

$$AS = \frac{AA}{AA_{st}} * 100 \quad (1)$$

где AS – аминокислотный скор (%), AA – содержание незаменимых аминокислот (г/100 г белка), AA_{st} – содержание той же аминокислоты (г/100 г стандартного белка) по ФАО / шкала ВОЗ.

Результаты исследования.

Суммарное процентное содержание пептидов с молекулярной массой менее 5,6 кДа и аминокислот в составе полученного ферментализата не превышает 40%.

Степень гидролиза КСБ ферментным препаратом Протозим Н составляет (7,2±0,4)%. Осмоляльность гидролизата составила 88,7±6,1 мОсм/кг. Эмульгирующая способность гидролизата не превышает 40%, проявляя ту же 50% эмульгирующую способность, как и исходный КСБ. Анализ аминокислотного состава КСБ и исследуемого ферментализата свидетельствует о том, что лимитирующие аминокислоты отсутствуют.

Выводы.

Осмоляльность и эмульгирующие свойства пептидной смеси, полученной протеолизом КСБ коровьего молока ферментным препаратом Протозим Н, отвечают требованиям их безопасного применения для продуктов энтерального питания. Как известно, высокой биологической ценности композиций как белковых, так и пептидно-аминокислотных, согласно рекомендациям ФАО/ВОЗ, должно соответствовать определенное значение аминокислотного сора, скорректированного с учетом коэффициента истинной усвояемости, определяемой биологическим методом исследования азотистого баланса. Соответственно, следующий этап оценки биологической ценности ферментативного гидролизата КСБ связан с количественной оценкой *in vivo* в опытах на лабораторных животных его истинной усвояемости.

Список литературы

1. A proteomics approach to characterizing limited hydrolysis of whey protein concentrate / C. Hinnenkamp, B.P. Ismail // *Food Chem.* – 2021. – № 350 – P. 129235.
2. Control of the proteolytic reaction and of the level of bitterness in protein hydrolysis processes. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* / J. Adler-Nissen // *Biotechnology*. – 1984. – V. 34, № 3. – P. 215–222.
3. The structure and enzyme characteristics of a recombinant leucine aminopeptidase rLap1 from *Aspergillus sojae* and its application in debittering / W.Q. Huang, L.F. Zhong, Z.Z. Meng, [et al.] // *Applied Biochemistry and Biotechnology*. – 2015. – V. 177, № 1. – P. 190–206.
4. Hypotensive and Hepatoprotective Properties of the Polysaccharide-Stabilized Foaming Composition Containing Hydrolysate of Whey Proteins / A.G. Kruchinin, O.S. Savinova, O.A. Glazunova, [et al.] // *Nutrients*. – 2021. – V. 13, № 3. – P. 1031.
5. Dairy protein hydrolysates: Peptides for health benefits / B. Hernández-Ledesma, M.J. García-Nebot, S. Fernández-Tomé, [et al.] // *Int. Dairy J.* – 2014. - № 38. – P. 82–100.

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ РЕЗИСТЕНТНОСТИ К АНТИМИКРОБНЫМ ПРЕПАРАТАМ

Макей К.Т.

Гродненский государственный университет им. Янки Купалы

Кафедра экологии

Научный руководитель – к.б.н., доцент Юхневич Г.Г.

Актуальность. Изобретение антибиотиков и начало массового производства пенициллина стало переломной вехой в развитии медицины мира. Это позволило медицинским работникам эффективно бороться за жизнь человека и противостоять ряду опасных и высокозаразных инфекций. Но уже спустя несколько десятилетий стало очевидным, что антибиотики – не только эффективное лекарственное средство от многих заболеваний. Медицинские работники столкнулись с одной из наиболее существенных проблем, связанных с применением антибиотиков – с антибиотикорезистентностью и нерациональным применением антибиотиков.

Цель исследования – проанализировать современные аспекты развития резистентности к антимикробным препаратам в Республике Беларусь.

Материалы и методы исследования. Для исследования использованы материалы ВОЗ и Министерства здравоохранения Республики Беларусь, использованы методы анализа и сопоставления.

Результаты исследования. В XXI веке, спустя несколько десятилетий после выделения пенициллина, человечество столкнулось с очередной и очень опасной проблемой – антибиотикорезистентностью. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), ежегодно в мире от инфекций, вызванных устойчивыми микробами, умирает свыше 700 тысяч человек. Антибиотикорезистентность – это «способность микробов противостоять действию антимикробных средств, в том числе антибиотиков» [1]. По прогнозам ВОЗ, как следует из доклада организации, опубликованном в апреле 2019 года, через 30 лет число жертв среди населения, пострадавших от антибиотикорезистентности возрастет многократно. По прогнозами ВОЗ, уже начиная с 2049-2050 годов, от инфекций, возбудители которых будут устойчивы к лекарственным средствам и антибиотикам, может ежегодно умирать свыше 10 миллионов человек. Как показал допандемийный (то есть, без учета последствий пандемии ковид) год, 1,27 миллиона случаев смертей среди пациентов было вызвано лекарственно-устойчивыми бактериальными инфекциями (плюс еще примерно 5 миллионов связанных с ними смертей).

Сложившаяся ситуация вызывает обеспокоенность медицинских работников мира и Всемирной организации здравоохранения. Среди основных причин антибиотикорезистентности называют две: нерациональное применение антибиотиков (самолечение пациентов – как одно из негативных последствий), а также стремительное возрастание числа микробов, устойчивых к лекарственным препаратам и антибиотикам. В качестве одного из основных ответов на эти вызовы современности, ВОЗ пытается инициировать наращивание количества разработок и производства новых видов антибиотиков. Так, как следует из доклада организации, в клинический антибактериальный портфель ВОЗ входит 97 антибактериальных препаратов и/или комбинаций, включающих не менее чем одну новую терапевтическую единицу. Из них 57 относятся к традиционным антибактериальным препаратам, 40 – к нетрадиционным. Из числа традиционных антибактериальных препаратов имеют предназначение: 32 (56 %) – против приоритетных бактериальных патогенов, 19 (33 %) – против лекарственно-устойчивых *M.tuberculosis*, 5 (9 %) – создаются против *C.difficile*, один (2 %) – против *H.pylori* [1]. Вместе с тем, как следует из этого же доклада ВОЗ, анализ 32 традиционных антибактериальных препаратов в стадии разработки учеными с предназначением против ПБП из списка ВОЗ, показал: только 12 из них – соответствуют хотя бы одному из инновационных критериев ВОЗ, и лишь 4 – активны против хотя бы одного «критического» патогена.

Уже на этой стадии анализа имеющихся у ВОЗ лекарственных средств и антибиотиков очевиден вывод, что фактические резервы организации в борьбе с микробами крайне

минимальны. А это означает, что проблема антибиотикорезистентности продолжит усугубляться. На этом фоне могут усложнить складывающуюся ситуацию другие проблемы, относимые к вопросу рационального использования антибиотиков.

Проблема нерационального использования лекарственных средств и антибиотиков характерна для всех стран мира, в том числе, для Беларуси. Как следует из данных Всемирной организации здравоохранения, свыше 50% всех лекарственных средств в мире (в том числе, антибиотиков) распространяется или назначается нерационально [2, с. 49]. От общего числа пациентов, использующих в лечении от различных заболеваний лекарственные средства и антибиотики – почти 50% пациентов принимают лекарственные средства и антибиотики неверно. О том, что проблема нерационального применения лекарственных средств и антибиотиков имеет достаточно широкое распространение, говорит и тот факт, что для противодействия этой проблеме и усиления мер по рациональному применению лекарственных средств и антибиотиков в глобальном масштабе проводятся специализированные семинары и конференции. Так, одна из таких конференций экспертов по рациональному использованию лекарственных средств и антибиотиков прошла в 1985 году. Конференция была примечательна тем, что именно на ней была принята резолюция, вносящая серьезную корректировку в стратегию в области применения лекарственных средств и антибиотиков. В частности, существовавшая ранее стратегия была пересмотрена и в качестве основного постулата был выдвинут принцип, что «пациенты получают лечение в соответствии с клинической картиной заболевания, в рамках индивидуального режима дозирования лекарственных средств, в течение адекватного периода времени, при наименьшей для них и их окружения стоимости лечения» [2, с. 50].

Следует отметить, что все страны без исключения и Республика Беларусь, в частности, осуществляют планомерную и постоянную профилактическую работу по формированию установок на рациональное применение лекарственных средств и антибиотиков: страны активно поддерживают непрерывное независимое обучение медицинских работников, назначающих лекарственные средства и антибиотики, практически все государства имеют центры информации о лекарственных средствах и антибиотиках, осуществляют регулярное обновление клинической информации о лекарственных средствах и антибиотиках, создали и поддерживают эффективную систему национальных перечней основных лекарственных средств и антибиотиков, совершенствуют существующие и постоянно разрабатывают новые протоколы применения лекарственных средств и антибиотиков. Во многих странах запрещена или ограничена свободная безрецептурная продажа антибиотиков. По такому пути, в частности, пошла Республика Беларусь, что однозначно было верным и своевременным решением.

Выводы. Таким образом, чтобы повысить степень рационального применения антибиотиков и других лекарственных средств в Республике Беларусь, следует принять следующие меры:

- улучшить информированность медицинских работников о лекарственных средствах, особенно о недавно разработанных и поступивших в продажу от фармацевтической отрасли. С этой целью следует разработать план совместных семинаров и конференций медицинских работников с представителями фармацевтических компаний двух стран
- усилить меры по формированию у медицинских работников о наиболее полной и разноплановой информированности о назначении и использовании лекарственных средств медицинскими работниками. В этом направлении было бы целесообразно разработать и проводить не только семинары и конференции, но и осуществлять стажировки и обмены опытом между странами на базе медицинских учреждений и фармацевтических компаний;
- на уровне учреждений здравоохранения (поликлиник, больниц, санаториев) усилить работу, нацеленную на лучшую информированность медицинского персонала об анамнезе пациента, его показаниях и противопоказаниях, предпочтениях и жизненной ситуации пациента.
- принять меры по более эффективному формированию этических норм медицинского работника и недопущению им коммерческого продвижения антибиотиков и других лекарств

венных средств в социальных сетях и СМИ, а также во время прямого контакта с пациентами, обратившимися за медицинской помощью. Сделать при этом ставку на наиболее популярные в данном регионе социальные сети и СМИ.

Список литературы

1. Office International des Epizooties (OIE) [website] / Portail documentaire/ -- URL: <https://doc.woah.org/> (access date: 09.10.2025).
2. Гавриленко, Л. Н., Сачек, М. М. Актуальные проблемы рационального применения лекарственных средств / Л. Н. Гавриленко, М. М. Сачек. – Вопросы организации и информатизации здравоохранения. -- № 2. – 2015. – С. 49—53.

ОБОГАЩЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ КАК СТРАТЕГИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ (НА ПРИМЕРЕ СМЕТАНЫ, ОБОГАЩЕННОЙ ВИТАМИНОМ D)

Степанчук Д. Ю.

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы

Кафедра химии и биотехнологии

Научный руководитель - д.х.н., доцент Бурдь В.Н.

Актуальность. Дефицит витамина D-глобальная проблема. В регионах с низкой инсоляцией, к которым относится Беларусь, распространённость дефицита достигает 80% населения, среди которых и взрослые, и дети, что приводит к повышенной заболеваемости остеопорозом, также снижается иммунитет, повышается риск сердечно-сосудистых заболеваний и онкологических заболеваний (в основном молочной железы, простаты и толстого кишечника), артериальной гипертензии, метаболического синдрома, сахарного диабета 1 и 2 типов [1].

Классический способ восполнения дефицита через БАДы имеет некоторые ограничения, например, низкая приверженность лечению (пациенты забывают принимать витамины), также большинство БАДов обладают высокой стоимостью, для экологии минус в больших объёмах упаковок, утилизация которых увеличивает углеродный след.

Таким образом, разработка и внедрение массовых продуктов питания, обогащённых витамином D, является актуальной задачей, как с медицинской, так и с экологической точки зрения. А сметана является идеальной матрицей для обогащения жирорастворимыми витаминами, благодаря своей жировой фазе.

Цель исследования. Научно обосновать целесообразность обогащения сметаны витамином D.

Введение. Витамины представляют собой группу органических соединений, отличающихся по своей химической природе, которые необходимы всем для нормального метаболизма, роста и развития организма. Человеческий организм не способен производить их в достаточном количестве, поэтому поступление витаминов должно осуществляться с пищей.

Витамин D-жирорастворимый витамин, который поступает в организм двумя путями: либо непосредственно с пищей, либо вырабатывается в коже под действием ультрафиолетовых лучей.

Основными причинами снижения уровня витамина D исследователи отмечают недостаточный его синтез в коже вследствие неадекватной солнечной экспозиции или пигментации кожи, а также недостаточное потребление витамина D с пищей.

Но естественным образом витамин присутствует лишь в очень ограниченном количестве продуктов питания. В организме человека он вырабатывается только в определенных условиях, когда ультрафиолетовые лучи солнечного света попадают на кожу [2].

Суточная норма потребления витамина D отличается по возрастным группам и составляет: 10 мкг для детей возрастом 0-12 месяцев, 15 мкг для населения возрастом 1-70 лет и 20 мкг для людей старше 71 года [4].

Многие считают, что данный витамин нужен лишь для прочности скелета, но это не так, у витамина есть и другие функции, например: за его счёт увеличивается всасывание кальция из кишечника, из-за дефицита витамина D в организме, кальций не может в полной мере усваиваться [3], является важным компонентом в углеродном обмене (необходим для работы щитовидной железы), участвует в иммунных реакциях.

Результаты исследования и их обсуждение.

Как обогащение продуктов помогает решить проблему недостатка витамина D?

Обогащение продуктов питания – это стратегия массового решения проблемы дефицита витамина D, которая работает по нескольким ключевым направлениям:

1. Массовый охват и «пассивная» профилактика, что является главным преимуществом. Так как те же БАДы человек покупает целенаправленно и ему необходимо помнить о их приёме, в то время как обогащённый продукт работает автоматически, без необходимости изменения своих привычек. Отлично работает как профилактика среди всех слоёв населения, особенно для тех, кто хочет, но не может позволить себе дорогостоящие препараты.

2. Экономическая доступность. Добавка микроскопической дозы витамина в большую порцию продукта незначительно увеличивает его себестоимость.

3. Улучшение усвояемости и эффективности. Витамин D является жирорастворимым. При употреблении с пищей, содержащей жиры (как в случае со сметаной), его усвоение организмом происходит максимально эффективно.

Обогащённый продукт решает проблему дефицита комплексно, то есть потребление становится массовым, лёгким, дешёвым и эффективным.

Сметана-идеальный продукт для обогащения

У сметаны оптимальная жировая основа, а также при приготовлении сметаны витамин вносится в виде премикса, что делает жировую основу ещё более подходящей.

Даже без премикса молочный жир сметаны создаёт идеальную среду для растворения и последующего усвоения витамина. Кислая среда сметаны и её плотная структура защищают витамин от окисления и разрушения.

Витаминный премикс легко вносится на этапе нормализации сливок перед сквашиванием, равномерно распределяясь по всему объёму продукта, что не требует изменения технологических линий.

Также от добавления витамина, как показали наши исследования, не меняются органолептические свойства сметаны.

Сметана присутствует в рационе большинства населения, что обеспечивает максимальный охват целевых групп населения.

Большинство людей подсознательно считают сметану натуральным и здоровым продуктом, поэтому обогащённая сметана будет выглядеть более выгодно по сравнению с БАДами.

Также преимуществом сметаны, обогащённой витамином D, является синергизм между вносимым витамином D и естественным содержанием кальция в молочном продукте. Как упоминалось ранее, витамин D выполняет функцию проводника, который необходим для эффективного усвоения кальция в кишечнике. Сама по себе сметана содержит около 80 мг кальция на 100 г продукта. Обогащение ее витамином D позволит создать готовый функциональный комплекс, направленный на укрепление костной ткани и профилактику остеопороза [5].

Каковы перспективы внедрения технологии?

При внедрении технологии стандартный процесс приготовления сметаны изменяется минимально. Необходимо лишь добавить одну операцию, а именно внесение витаминного премикса. Если премикс вносится на стадии подготовки сливок к сквашиванию, то нет потребности даже в отдельных чанах, мешалках или ином крупном оборудовании.

Процесс внедрения можно достаточно просто документально оформить, также не требуется дополнительное обучение персонала, так как дозирование может быть автоматизировано.

Учитывая небольшие количества вводимого препарата витамина, его относительно невысокую стоимость и отсутствие изменений в технологической схеме производства, себестоимость сметаны увеличивается незначительно.

Продукт получает маркетинговое преимущество, что позволит увеличить лояльность потребителей, повысить имидж компании, увеличить доход компании.

Выводы. Таким образом, проведённый анализ показывает, что может быть приготовлен продукт, обогащённый витамином D, который сможет восполнить дефицит витамина у населения.

Список литературы

1. Дефицит витамина D в педиатрической практике: современные подходы к медицинской профилактике, диагностике, лечению : учебно-методическое пособие / А.С. Почкайло [и др.]. – Минск : Капитал Принт, 2021 – 96 с.
2. Захарова, И.Н. Витамин D: неизвестное об известном. Интервью с проф. И.Н. Захаровой / И.Н. Захарова // РМЖ. -2015. -№ 3. –С. 118.
3. Пигарова, Е. А. Витамин d в профилактике костных и метаболических нарушений / Е.А. Пигарова, Н.В. Мазурина, Е.А. Трошина // Consilium Medicum. -2019. Т.21, № 4. –С. 84–90.
4. Коденцова, В. М. Физиологическая потребность и эффективные дозы витамина D для коррекции его дефицита. Современное состояние проблемы / В.М. Коденцова, О.И. Мендель, С.А. Хотимченко и др. // Вопр. Питания. -2017. -Т. 86, № 2. -С. 47-62.
5. Никитинская, О.А. Фармакологическая профилактика первичного остеопороза / О.А. Никитинская, Н.В. Торопцова, Л.И. Беневоленская // РМЖ. -2008. –Т.16, №6. –С. 55-60.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОРТОПРИНАДЛЕЖНОСТИ ГОЛУБИКИ С ПРАЙМЕРОМ UBC824

Халюк В.А., Кузьменчук А.О.

Полесский государственный университет

Кафедра биотехнологии

Научный руководитель – заведующий отраслевой лабораторией

«ДНК и клеточных технологий в растениеводстве и животноводстве»

Водич Н.В.

Актуальность. Голубика высокая характеризуется высокой урожайностью ягод, быстрой окупаемостью затрат на закладку плантаций и пищевой ценностью [1, с. 5]. С увеличением числа новых сортов все более важным становится процесс регистрации посадочного материала, его сертификации и защиты авторских прав селекционеров [2, с. 92].

Применение нейтральных молекулярных маркеров, таких как ISSR, сравнительно равномерно распределенных по растительному геному, позволяет определить изменчивость по группе не связанных между собой локусов, что особенно ценно для сохранения и использования генетических ресурсов [3, с.50].

Цель исследования: проведение молекулярно-генетического анализа пятнадцати сортов голубики, отобранных в отраслевой лаборатории с использованием праймера UBC824.

Материалы и методы исследования. Исследования были проведены на базе отраслевой лаборатории “ДНК и клеточных технологий в растениеводстве и животноводстве” УО “Полесский государственный университет”.

Объектом исследования являлись ISSR-маркеры пятнадцати сортов голубики: Бонус, Элизабет, Аврора, Хардиблю, Конкорт, Блюджей, Бригитта, Патриот, Герберт, Дюк, Пуру, Шантеклер, Блюголд, Спартан, Кэролинблю, произведенной методом клонального микроразмножения *in vitro* на базе отраслевой лаборатории.

Реакционная смесь для проведения ПЦР включала стандартные компоненты [4, с. 31]. Полимеразные цепные реакции проводились в термоциклере TC-1000G.

Длину фрагментов амплифицированной ДНК оценивали с помощью горизонтального электрофореза в 2 % агарозном геле, в 1× буфере ТБЕ, при основном напряжении 50 В, в течение 240 мин.

Визуализация результатов электрофореза проводилась в приборе геледокументирования Quantum ST4. Для определения размера фрагментов применялся метод создания калибровочного графика в программе Microsoft Excel.

Результаты исследования. Праймер UBC824 позволил получить стабильные электрофоретические профили ISSR-фрагментов.

В целом учитывалось 13 амплифицированных фрагментов пятнадцати сортов голубики. При электрофорезе основная зона разделения их находилась в пределах 208–1110 п.н. (рисунок 1).

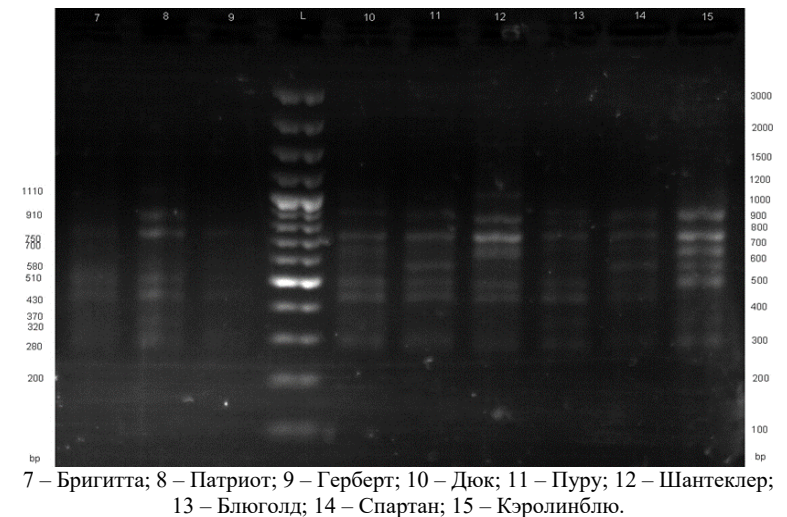


Рисунок 1 Электрофореграмма продуктов ISSR-ПЦР для девяти сортов голубики с праймером UBC824

На основании результатов ISSR-анализа была сформирована таблица, детально отображающая распределение сортов голубики по локусам амплифицированных фрагментов (таблица 1).

Таблица 1 – Полученные ISSR-маркеры для сортов голубики с праймером UBC824

Сорт	Локусы
Бонус	370, 430, 510, 580, 750, 910
Элизабет	280, 370, 430, 510, 580, 640, 750, 850, 910
Аврора	280, 370, 430, 510, 750, 910, 1110
Хардиблю	430, 510, 580, 700, 750, 850, 910
Конкорт	430, 750, 850, 910
Блюджей	430, 510, 640, 700, 750, 850, 910
Бригитта	210, 320, 370, 430, 580, 750, 910
Патриот	210, 280, 320, 370, 430, 580, 700, 750, 910, 1110
Герберт	210, 280, 320, 430, 510, 580, 750, 910
Дюк	210, 280, 320, 370, 430, 510, 580, 750, 910

Пуру	210, 320, 370, 430, 580, 750, 910
Шантеклер	210, 320, 370, 430, 510, 580, 700, 750, 910, 1110
Блюголд	210, 280, 320, 370, 430, 510, 580, 700, 750, 910
Спартан	210, 280, 320, 370, 430, 510, 580, 700, 750, 910
Кэролинблю	210, 280, 320, 370, 430, 510, 580, 700, 750, 910

Из общего числа выявленных ISSR-фрагментов голубики 10 (77 %) были полиморфны, а 3 (23 %) мономорфны, то есть были общими для всех сортов. Продукты амплификации длиной 580 п. н. являлись мономорфными для 12 сортов (92 %), 510 п. н. и 370 п. н. – для 11 сортов (85 %), 320 п. н. и 210 п. н. – для 9 сортов (69 %), 280 п. н. – для 8 сортов (62 %), 700 п. н. – для 7 сортов (54 %), 840 п. н. – для 4 сортов (31 %), 1110 п. н. – для 2 сортов (23 %), 430 п. н., 750 п. н. и 910 п. н. – для 15 сортов (100 %). Средний уровень полиморфизма между исследуемыми сортами составил 68 %.

Выводы. При проведении ISSR-ПЦР-анализа ДНК образцов пятнадцати сортов голубики с использованием праймера UBC824 учитывалось 13 амплифицированных фрагментов.

При электрофорезе основная зона разделения фрагментов находилась в пределах 208–1110 п. н. Было выявлено наличие трех мономорфных фрагментов (430 п. н., 750 п. н., 910 п. н.), присутствующих у всех анализируемых сортов голубики.

Наибольший процент полиморфизма был у сортов Блюголд, Спартан, Кэролинблю, Патриот, Шантеклер (78 %), наименьший – у сорта Конкорд (31 %). Средний уровень полиморфизма между исследуемыми сортами составил 68 %.

Использованный праймер позволил получить для каждого исследуемого образца голубики воспроизводимые электрофоретические профили ISSR-фрагментов, которые позволили отличить сорта.

Список литературы

1. Кудряшова, О. А. Физиолого-биохимические особенности действия брассиностероидов на процессы микрклонального размножения голубики высокорослой *Vaccinium corymbosum* L. / О. А. Кудряшова. – Минск, 2015. – 176 с.
2. Бобошина, И. В. Идентификация перспективных для Урала сортов пшеницы мягкой с использованием межмикросателлитного анализа полиморфизма ДНК / И. В. Бобошина, С. В. Боронникова // Фунд. исслед. – 2013. – № 6 (1). – С. 92–97.
3. Использование ISSR-анализа для изучения внутри- и межвидового генетического полиморфизма различных таксонов высших растений / З. Е. Грушецкая [и др.]. – Минск : Белорус. гос. ун-т, 2013. – № 3. – С. 50–56.
4. Молекулярная диагностика в растениеводстве : учеб.-метод. пособие / Н. В. Водчиц [и др.]; Министерство образования Республики Беларусь, УО “Полесский государственный университет”. – Пинск : ПолесГУ, 2024. – 60 с.

ОЦЕНКА КОНТАМИНИРОВАННОСТИ КОРМОВ И РАЦИОНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ АССОЦИАЦИЯМИ МИКОТОКСИНОВ

Трубчик В.А.

Гродненский государственный университет им. Янки Купалы

Кафедра химии и биотехнологии

Научный руководитель – старший преподаватель кафедры экологии Белова Е.А.
Научный консультант – кандидат ветеринарных наук, заведующий диагностической ветеринарной лабораторией ЗАО «Консул» Лемиш А.П.

Актуальность. Микотоксины обладают тератогенным, иммунотоксическим и гепатотоксическим действием, оказывая негативное влияние на здоровье и продуктивность сельскохозяйственных животных. Контаминация кормов приводит к экономическим потерям в животноводстве и снижению безопасности продукции, предназначенной для человека.

Ряд исследований свидетельствует, что в образцах кормов преобладает множественная контаминация микотоксинами. Определены некоторые устойчивые комбинации микотоксинов, способные к синергизму [1]. Анализ контаминированности кормов и рационов сельскохозяйственных животных ассоциациями микотоксинов дает возможность более объективно оценить риски.

Цель исследования – оценка уровня контаминации кормов и рационов сельскохозяйственных животных ассоциациями микотоксинов.

Материалы и методы исследования. Материалы и методы исследования. Для изучения контаминированности ассоциациями микотоксинов кормов и рационов сельскохозяйственных животных проведён ретроспективный анализ результатов исследований образцов кормов (за период 2019-2024 гг.) на различные сочетания микотоксинов.

Содержание микотоксинов (афлатоксинов, зеараленона, дезоксиниваленола, фумонизин, охратоксинов, Т-2 токсина) в образцах кормов определяли иммуноферментным методом в соответствии с ГОСТ 34108-2017 на базе ветеринарно-диагностической лаборатории ЗАО «Консул» [2].

Результаты исследования. 453 образцов кормов и рационов сельскохозяйственных животных были исследованы на присутствие 6 микотоксинов. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение образцов кормов и рационов сельскохозяйственных животных по количеству ассоциированных микотоксинов

	Количество одновременно выявленных микотоксинов					
	1	2	3	4	5	6
Количество образцов, п	1	1	5	23	102	321
Доля от общего количества образцов, %	0,22	0,22	1,10	5,08	22,52	70,86

Для 99,78% образцов исследованных кормов было выявлено поражение двумя и более микотоксинами. Образцы без микотоксинов не выявлены. Из 2718 проведенных анализов на содержание микотоксинов, 172 имели отрицательный результат. Из них 37,79% - результаты определения содержания фумонизин, 26,16% - зеараленона, 20,35% - охратоксинов, 8,72% - афлатоксинов, 4,65% - дезоксиниваленола и 2,33% - Т-2 токсин.

Комбикорма полнорационные, кормосмеси для свиней составляют 34,87% от исследованных образцов, причем, в каждом образце присутствовало минимум четыре токсина, что соотносится с общемировыми данными [3]. Для влажных кормов – силоса и сенажа – доля образцов, контаминированных шестью микотоксинами, составляет более 60%. В 89% образцов кукурузы содержалось пять и более микотоксинов (рис. 1).

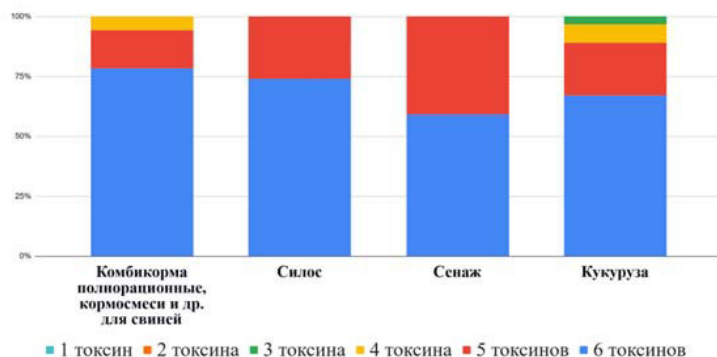


Рисунок 1. Контamинированность разных типов кормов для сельскохозяйственных животных ассоциациями микотоксинов

Высокие показатели контamинированности кормов ассоциациями микотоксинов вероятно связаны со структурой выборки: корма и рационы направляют на анализ при наличии подозрений о присутствии микотоксинов.

В аналогичных исследованиях (Козинец, 2022) доля образцов, не содержащих ни одного микотоксина, составила 17,8-18,2%. Автор отмечает, что данный результат может быть связан с установленной предельной концентрацией обнаружения микотоксинов [4].

Выводы. В 70,86% образцов кормов и рационов сельскохозяйственных животных (исследованных в период с 2019 до 2024 год) были обнаружены шесть микотоксинов, в 22,52% – пять микотоксинов, в 5,08% – четыре микотоксина, в 1,1% – три микотоксина. Один и два микотоксина присутствовали в 0,22% образцов кормов. Образцы, не содержащие ни одного из определяемых микотоксинов, не обнаружены.

Во всех образцах силоса и сенажа выявлено не менее 5 микотоксинов. 78,48% комбикормов полнорационных, кормосмесей и др. для свиней содержали 6 микотоксинов. Кукуруза в 89% образцов содержала 5 и более микотоксинов.

Список литературы

1. Natural Co-Occurrence of Mycotoxins in Foods and Feeds and Their in vitro Combined Toxicological Effects / M.-C. Smith [et al.] // *Toxins*. – 2016. – Vol. 4, № 8. – P. 94.
2. Корма, комбикорм-ма, комбикормовое сырье. Определение содержания микотоксинов прямым твердофазным конкурентным иммуноферментным методом: ГОСТ 34108–2017. – Введ 01.01.19. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2017. – 36 с.
3. Global Mycotoxin Occurrence in Feed: A Ten-Year Survey / C. Gruber-Dorninger [et al.] // *Toxins (Basel)*. – 2019. – Vol. 11, № 7. P. 375.
4. Козинец, А.И. Оценка уровня поражения микотоксинами комбикормов и их компонентов в Республике Беларусь / А.И. Козинец // *Зоотехническая наука Беларуси. Сер. 7.* – 2022. – № 1. – С. 210-219.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛА В СОЛЕВЫХ ФОРМАХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ДОСТАВКИ НИКОТИНА (ЭСДН)

Шаноров И.В.

Белорусский государственный технологический университет

Кафедра физической, коллоидной и аналитической химии

Научный руководитель – ассистент кафедры Красуцкая Н.С.

Актуальность. По данным Глобального опроса (GYTS), распространенность курения среди молодежи до 18 лет снизилась с 2004 к 2015 г. более чем на 10%. Но, в документе Imperial Tobacco 1970 г., указано: «Молодые курильщики представляют главную целевую группу для табачной промышленности, поэтому мы должны определить их отношение к курению и здоровью и как это может меняться со временем». Заменой обычной сигареты стали ЭСДН (тривиальное название «вэйпинг»). Смесей для электронных сигарет не содержат многие вредные компоненты, но в них имеются другие, не менее опасные для здоровья вещества, о которых не всегда заявляет производитель [1]. Одним из таких веществ является фенол.

Цель исследования – установить возможность определения количества фенола в солевых формах смесей для ЭСДН бюджетной ценовой категории при помощи метода спектрофотометрии.

Материалы и методы исследования. Непосредственным объектом наших исследований являлся фенол, находящийся в солевых формах смесей для POD-систем и электронных сигарет и определение его содержания при помощи спектрофотометрии [2] (анализ проводился на спектрофотометре «СФ – 2000» (ОКБ Спектр, РФ)). Первый этап работы заключался в подборе длины волны для выполнения анализа. Известно, что раствор фенола представляет собой прозрачную жидкость, поэтому спектрофотометрическое определение содержания фенола проводили с помощью окрашенных комплексов фиолетового цвета фенола с FeCl_3 . Спектр поглощения эталонного раствора (раствора максимальной возможной концентрации) получали в диапазоне длин волн 390–1000 нм. Опытным путем было установлено, что область наибольшего поглощения наблюдается при длине волны 543 нм, которая и была выбрана для анализа. Вторым этапом работы было построение калибровочного графика. Для его получения готовили серию стандартных растворов с точно известной концентрацией фенола и определяли их оптическую плотность. По полученным значениям построили график (рис. 1).

График имеет прямолинейный характер, что свидетельствует о соответствии законам Бугера–Ламберта–Бэра. Следовательно, использование метода спектрофотометрии для определения фенола является целесообразным, а уравнение подходит для дальнейших количественных расчетов содержания фенола в реальных объектах анализа (смесей для ЭСДН бюджетной ценовой категории).

Результаты исследования. Фенол – токсичное вещество, по степени воздействия на человеческий организм относится к высокоопасным веществам (класс опасности 2). При вдыхании фенол вызывает нарушение функций нервной системы. Сначала возникает кратковременное возбуждение, а потом – паралич дыхательного центра. Даже при воздействии минимальных доз данного вещества наблюдается чихание, кашель, головная боль, головокружение, бледность, тошнота, упадок сил. Тяжелые случаи отравления характеризуются бессознательным состоянием, синопностью, затруднением дыхания, нечувствительностью роговицы, скорым, едва ощутимым пульсом, холодным потом, нередко судорогами. Пыль, пары и раствор фенола раздражают слизистые оболочки глаз, кожу, вызывая химические ожоги [3].

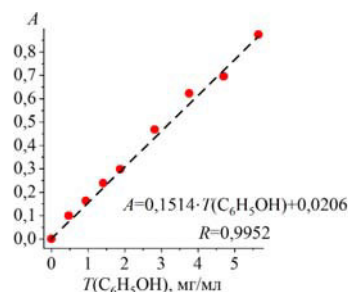


Рисунок 1. Калибровочный график

По нормативно-правовым документам предельно допустимые концентрации (ПДК) фенола на рабочем месте: ПДК р.з. (предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны максимальная разовая) – 1 мг/м³; ПДК м.р. (предельно допустимая концентрация в атмосферном воздухе максимальная разовая) – 0,01 мг/м³; ПДК с.с. (предельно допустимая концентрация в атмосферном воздухе среднесуточная) – 0,006 мг/м³; ПДК фенола для населенных мест: максимальная разовая доза в атмосфере для населенных мест составляет 0,01 мг/м³, которая держится в воздухе на протяжении получаса; среднесуточная доза в атмосфере для населенных мест составляет 0,003 мг/м³; – предельно допустимая концентрация в воде – 0,001 мг/л. Смертельная доза для человека при попадании внутрь – 1–10 г, для детей – 0,05–0,5 г.

В состав жидкостей для вейпинга входят три основных компонента и несколько дополнительных: никотин, пропиленгликоль, глицерин, а также ароматизаторы, сукралоза, этилмальтол, охлаждающий агент и др. В Беларуси с 1 апреля 2022 г. введена сертификация нелегальной никотиносодержащей продукции. В ее составе обязательно подлежат исследованию только три основных компонента: никотин, глицерин, пропиленгликоль, в отношении остальных нормативные документы на сегодняшний день отсутствуют. Никотин для вэйпа может быть синтетический (очень дорогой, производится двумя компаниями в США, для массового потребителя не рентабелен), щелочной или натуральный (получаемый путем десульфирования), который в последующем модифицируется в солевые формы путем присоединения кислоты. При десульфировании и получении солевых такого никотина форм побочным продуктом часто выступает фенол. Нами исследовались образцы четырех жидкостей для вейпинга, с ярко выраженными запахами, которые пользуются популярностью у студенческой молодежи.

Для анализа были взяты точные навески каждого образца (смеси для ЭСДН), которые затем растворяли в дистиллированной воде, а уже затем из полученных растворов готовили растворы для спектрофотометрического анализа смесей для ЭСДН (в мерную колбу на 50 мл отбирали 5,0 мл раствора FeCl₃ с концентрацией 0,1 моль/л и произвольную aliquоту раствора анализируемого раствора и объем раствора доводили до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают). Раствор сравнения – 5,0 мл раствора FeCl₃ с концентрацией 0,1 моль/л доведенный до метки в колбе на 50,0 мл дистиллированной водой, что позволяет нивелировать спектр поглощения данного вещества. Серия подготовленных образцов для анализа показана на рис. 2.

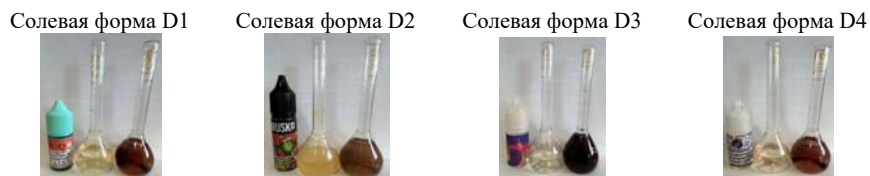


Рисунок 2. Исследуемые солевые формы смеси для ЭСДН на содержание фенола

В автоматическом режиме были получены значения величины оптической плотности: образец (D1) – 0,1016, (D2) – 0,1080, (D3) – 0,2758 и (D4) – 0,0912.

Согласно градуировочному графику были проведены соответствующие расчеты, которые позволили установить процентное содержание фенола в каждом из исследуемых образцов: солевая форма D1 – 3,990%; солевая форма D2 – 3,794%; солевая форма D3 – 16,357%; солевая форма D4 – 3,902%.

Таким образом, в трех образцах содержание фенола составляет около 4%, а в одном достигало значения более 16%!

Выводы. Все проанализированные образцы жидкости солевых форм смесей для POD-систем и электронных сигарет бюджетной ценовой категории были выбраны случайно и без исключения содержали фенол (2 класс опасности). Метод спектрофотометрии позволил количественно определить фенола в исследуемых образцах в виде окрашенного комплекса с Fe³⁺. Также установлено, что в одном из образцов содержание фенола превышало 16% от общей массы, что значительно выше всех предельно допустимых концентраций (ПДК) фенола.

Исходя из вышеперечисленного, можно сделать однозначный вывод – курение парящих электронных устройств нельзя назвать безопасной альтернативой курению обычных сигарет.

Список литературы

1. Влияние на здоровье вдыхания окружающего пара электронных средств доставки никотина / П.К. Яблонский, О.А. Суховская // Медицинский альянс. – 2019. – № 2. – С. 99–103.
2. Коваленко Н.А. Физико-химические методы анализа: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по химико-технологическим специальностям: в 2 ч. Ч. 2. – Минск: БГТУ, 2023. – 267 с.
3. Органическая химия. Спирты, фенолы. Простые эфиры. Альдегиды и кетоны: тексты лекций / И.П. Антонец. – Минск : БГТУ, 2014. – 148 с.

ВЛИЯНИЕ ПОРЕ ИЗ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ НА ПОДЪЕМНУЮ СИЛУ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПРЕССОВАННЫХ ДРОЖЖЕЙ

Шокаль Е.А.

Гродненский государственный аграрный университет, Республика Беларусь

Кафедра технологии хранения и переработки растительного сырья

Научный руководитель – Гузевич А.И., старший преподаватель

Актуальность. Использование местного сырья в качестве источника пищевых волокон, витаминов, макро- и микроэлементов в рецептуре хлебобулочных изделий является перспективным научно-исследовательским направлением. Черная смородина относится к одной из самых выращиваемых ягод в умеренной зоне северного полушария. Она характеризуется высокой зимостойкостью, урожайностью, хорошими потребительскими и вкусовыми свойствами наряду с повышенной пищевой ценностью [1,2]. В связи с этим данная ягода и продукты ее переработки нашли широкое применение в производстве кондитерской, молочной и другой продукции.

Анализ литературных источников выявил, что поре из черной смородины содержит в своем составе 12,1–19,2 % сухих веществ, из них 7–16 % приходится на сахара. Оно богато пектиновыми веществами, пищевыми волокнами, калием, магнием, кальцием, витамином С, антоцианами и такими органическими кислотами, как яблочная и лимонная [3–5]. Особенности химического состава поре из черной смородины послужили причиной для исследования его влияния на подъемную силу прессованных дрожжей. Данный показатель является одной из основных качественных характеристик этой группы микроорганизмов, характеризующий их способность сбраживать собственные сахара муки.

Цель исследования – оценить влияние дозировки поре из черной смородины на подъемную силу прессованных дрожжей.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования служили дрожжи хлебопекарные прессованные «Актив» производителя ООО "Интерферм", Республика Беларусь. Определение осуществляли ускоренным методом в соответствии с ГОСТ 171-2015 «Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия». Черносмородиновое пюре вносили в дозировках 3-15 % с интервалом в 3% к массе пшеничной муки.

Результаты исследования. Для получения пюре свежие ягоды подвергали мойке под проточной водой и сортировке, затем их проминали, протирали через сито с целью удаления кожицы и косточек и гомогенизировали. Результаты исследования влияния дозировки пюре из черной смородины на показатель подъемной силы прессованных дрожжей приведены на рисунке 1.

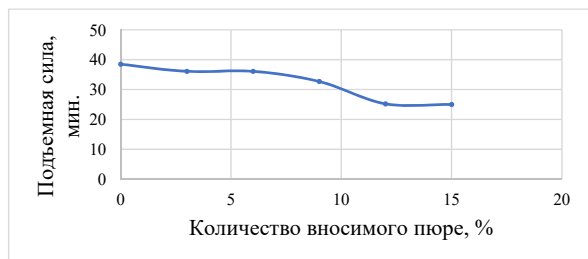


Рисунок 1. График зависимости подъемной силы прессованных дрожжей от количества вносимого пюре из черной смородины

Внесение пюре в количестве 3 и 6 % не оказало значительного влияния на исследуемый показатель качества. Произошло его незначительное снижение на 2,4 минуты. Дальнейшее повышение концентрации добавки существенно отразилось на времени всплытия шарика теста. Так, при содержании пюре из черной смородины 12 % оно составило чуть более 25 минут. Это говорит о повышенном газообразовании в тесте и об увеличении бродительной активности дрожжей. При дозировке пюре 15 % значение подъемной силы осталось на том же уровне.

Выводы. Использование пюре из черной смородины в количестве 9-12 % приводит к снижению показателя подъемной силы дрожжей на 13 минут. Это свидетельствует о том, что дальнейшие исследования по возможности применения продуктов переработки данной ягоды являются актуальными. Особое внимание следует уделить возможности сокращения созревания теста путем введения в его рецептуру пюре из черной смородины. Это позволит не только усовершенствовать технологический процесс, но и будет способствовать повышению пищевой ценности готовой продукции.

Список литературы

- Коровин, А.М. Сортаизучение смородины чёрной в условиях Беларуси / А.М. Коровин К.Л. Дмитриева // Плодоводство. – 2011. – Т.23. – С. 189-195.
- Юнин, В.А. Урожайность смородины черной в зависимости от способов формирования куста / В.А. Юнин, А.В. Зыков, К.И. Егорова // АгроЭкоИнженерия. – 2024. – №1 (118). – С. 33-42.
- Оценка химического состава фруктового сырья по содержанию органических кислот и макроэлементов / О.С. Руденко, Н.Б. Кондратьев, М.В. Осипов [и др.] // Вестник ВГУИТ. – 2020. – Т.82, №2. – С.146-153.
- Воронина, М.С. Анализ химического состава и антиоксидантной активности продуктов переработки черной смородины / М.С. Воронина, Н.В. Макарова // Здоровье человека и экологически чистые продукты питания - 2014: материалы Всероссийской научно-практической конференции (31 октября 2014г., г. Орел), Госуниверситет. – УНПК, 2014. – С.169-172.

- Разработка технологии производства снежков на основе ягод черной смородины / Н.В. Макарова, Д.Ф. Игнатова, Е.А. Васильева [и др.] // Вестник ВГУИТ. – 2019. – Т.81, №3. – С. 158-167.

МИКРОВОДОРОСЛИ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК СЫРЬЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВ ДЛЯ РЫБ

Юрченко А.Д., Чернявская А.А., Петров А.Д., Писарева А.А.

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К. А. Тимирязева
Кафедра биотехнологии

Научный руководитель – к.б.н., доцент Моисеенко К. В.

Актуальность. В современном мире проблема обеспечения населения питательными продуктами становится все более актуальной, особенно это касается рыбных продуктов. Рыба относится к диетическим продуктам, является источником многих витаминов и микроэлементов, ее польза в рационе очевидна. Однако россияне потребляют меньше рыбы, чем рекомендует отечественная система здравоохранения. В большинстве случаев это связано с высокой стоимостью рыбы и морепродуктов в магазинах. Одним из вариантов решения данной проблемы может быть разработка новых источников кормовых ингредиентов. Сырьё, прежде всего, должно быть доступно в больших количествах и по разумной цене. Во-вторых, высококачественные рыбная мука и рыбий жир – богатые источники длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) ряда омега-3, прежде всего, докозагексаеновой (ДГК) и эйкозапентаеновой (ЭПК) кислот, незаменимых или условно незаменимых для большинства животных, человека, а также ряда видов морских рыб и креветок.

Решением проблемы дефицита ДГК и ЭПК могут стать современные технологии генетической селекции водорослей как генетически модифицированных, так и нет. Эти технологии уже предложили аквакультуре несколько возможных вариантов для замены традиционных источников жирных кислот в рационах рыб.

Цель исследования – изучить процесс замены традиционного корма для рыб на альтернативный корм на основе микроводорослей.

Материалы и методы исследования. Биомассы микроводорослей представляют собой перспективный источник кормовых ингредиентов, поскольку клеточные метаболиты этих микроорганизмов содержат комплекс незаменимых аминокислот, которые полезны для здоровья, триглицериды, витамины и пигменты. Помимо того, что они служат основным ингредиентом аквакормов, их уникальный набор биологически активных соединений может повысить выживаемость выращиваемых видов, улучшить окраску и качество филе.

Особое внимание уделяется микроводорослям рода *Arthrospira* (*Spirulina*). Содержание белка в них сопоставимо с уровнем белка в морской рыбе, а высокая усвояемость обусловлена отсутствием целлюлозной клеточной стенки. *Spirulina* является одной из наиболее активно культивируемых микроводорослей в аквакультуре и представляет собой один из лучших альтернативных источников рыбного белка.

Тем не менее, *Spirulina* не может полностью заменить рыбий жир, так как для этого требуются микроводоросли с иными питательными характеристиками. Микроводоросли рода *Schizochitria* богаты омега-3 жирными кислотами, в частности докозагексаеновой кислотой (ДГК), и уже широко производятся в промышленных масштабах в качестве пищевых добавок. Они также могут быть интегрированы в аквакультурные системы для повышения уровня ДГК в рыбном филе и могут быть произведены в необходимых для выращивания лососа объемах.

Исследования показывают, что включение *Spirulina* в рацион рыбы значительно улучшает показатели роста по сравнению с контрольной группой, в то время как добавление *Schizochitria* способствует поддержанию уровня омега-3 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) в рыбном филе по сравнению с использованием рыбьего или растительного масла [4]. Рыба, получавшая рацион без рыбного корма в течение 184 дней, демонстрировала зна-

чительно более высокие конечные показатели веса, прибавку массы, процент прироста и удельную скорость роста по сравнению с рыбой, которая получала стандартную диету, включающую рыбную муку и рыбий жир, широко применяемую в коммерческих рыбных рационах. [3].

Несмотря на обнадеживающие результаты исследований, прежде чем внедрять замену кормов для рыб альтернативными источниками, необходимо принять во внимание проблемы, которые могут возникнуть при замене кормов для рыб водорослями, и провести дальнейшие исследования для разработки устойчивых и эффективных подходов к альтернативному кормлению рыб в аквакультуре.

Прежде всего, массовое производство водорослей для использования в качестве корма может привести к экологическим проблемам. Например, выращивание больших площадей морских водорослей может вызвать изменения экосистемы и негативное воздействие на биоразнообразие.

Во-вторых, целлюлоза и гемицеллюлоза являются композициями, поддерживающими структуру клеточной стенки водорослей, микроводоросли содержат большое количество волокон. Так как рыбная мука заменяется микроводорослями, содержание клетчатки в рыбном рационе увеличится. Однако известно, что высокое содержание клетчатки в рыбном рационе может увеличить скорость прохождения корма в кишечнике рыбы, снижая доступность питательных веществ и приводя к недостаточному усвоению питательных веществ и снижению эффективности использования корма [1].

Исследования показали, что микроводоросли с отрицательным зарядом эффективно адсорбируют ионы тяжелых металлов [2], что позволяет использовать их для детоксикации воды в аквакультуре. Однако есть две проблемы: после отмирания клетки высвобождают адсорбированные металлы, требуя регулярного сбора микроводорослей. Кроме того, микроводоросли являются пищей для рыб, которые могут поглощать адсорбированные металлы, представляя угрозу для их здоровья. Решение этих проблем требует мониторинга и сбора микроводорослей.

Результаты исследования. Микроводоросли являются перспективным источником сырья для производства кормов для аквакультуры, поскольку они богаты белками, жирными кислотами, витаминами и минералами и могут использоваться в качестве альтернативы рыбной муке.

Рыба, получавшая рацион с добавлением микроводорослей, показала значительно лучший конечный вес, процент прибавки в весе и удельную скорость роста, чем рыба, получавшая эталонный рацион с высоким содержанием рыбной муки и рыбьего жира.

Однако добавление микроводорослей в корм для рыб сопряжено с рядом проблем, таких как экологическая проблема, усвоение тяжелых металлов и питательных веществ микроводорослями и неблагоприятные компоненты микроводорослей.

Выводы. Рост интереса к рыбной продукции стимулирует развитие аквакультуры, что требует увеличения объемов производства. Однако расширение аквакультурного хозяйства может негативно сказаться на морской экосистеме. В качестве альтернативы предлагается применение современных технологий генетической модификации водорослей. Эти технологии направлены на повышение выживаемости рыбы, улучшение качества кормов и обеспечение экологической устойчивости аквакультурного производства.

Список литературы

1. Ansari, F. A., Guldhe, A., Gupta, S. K., Rawat, I., and Bux, F. (2021). Improving the feasibility of aquaculture feed by using microalgae. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 28, 43234–43257. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14989-x>
2. Leong, Y. K., and Chang, J. S. (2020). Bioremediation of heavy metals using microalgae: Recent advances and mechanisms. *Bioresour. Technol.* 303, 122886. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2020.122886>

3. Sarker, P.K., Kapuscinski, A.R., McKuin, B. et al. Microalgae-blend tilapia feed eliminates fishmeal and fish oil, improves growth, and is cost viable. *Sci Rep* 10, 19328 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75289-x>

4. Trevi, S., Uren Webster, T., Consuegra, S. et al. Benefits of the microalgae *Spirulina* and *Schizochytrium* in fish nutrition: a meta-analysis. *Sci Rep* 13, 2208 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29183-x>

VIII. МЕДИЦИНСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

КОМПЬЮТЕРНЫЙ МОНИТОРИНГ ИНФЛАМЭЙДЖИНГА ПРИ ПАТОЛОГИИ ОРГАНА ЗРЕНИЯ

Абрамов А.А.¹, Яблоков М.М.¹, Курзин М.Л.¹, Шарапов И.Ю.¹, Шмарова Д.Р.²

¹Тамбовский филиал МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Фёдорова, Тамбов, Россия

²ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»
Научный руководитель – д.м.н., профессор Агарков Н.М.

Актуальность. Население планеты стареет, что привело к росту распространённости многих так называемых возрастных заболеваний. Стареющее население не только более подвержено возрастным заболеваниям, но и более восприимчиво к инфекциям [1-2]. Повышенная вероятность заражения может быть связана со снижением функции иммунной системы – явлением, которое называется «инфламэйджингом» (inflamm-aging) [3]. Возрастные изменения в работе иммунной системы также сопровождаются хроническим стерильным воспалением – механизмом, получившим название «воспалительное старение», которое, как считается, способствует развитию возрастных заболеваний и ухудшению функций организма [4]. Воспалительное старение связано со множеством различных факторов, чаще всего с повышением уровня провоспалительных цитокинов: фактора некроза опухоли альфа, интерлейкина 1 бета и интерлейкина 6 [5]. Хотя эти цитокины участвуют в нормальной работе иммунной системы, постоянный уровень провоспалительных цитокинов может привести к повреждению тканей и способствовать росту числа хронических заболеваний [6].

Считается, что важным источником воспалительных сигналов в стареющих организмах является накопление стареющих клеток в тканях [5, 7]. Действительно, накапливающиеся данные свидетельствуют о том, что стареющие клетки характеризуются секреторным фенотипом, связанным со старением [8–10], который включает в себя целый ряд провоспалительных цитокинов, протеаз, факторов роста и метаболитов [10, 11]. Влияние стареющих клеток на возрастное воспаление и их потенциальная роль в качестве мишени для терапии, направленной на продление жизни [12], но остаются в некоторой степени неопределёнными.

Цель исследования – анализ параметров инфламэйджинга при патологии органа зрения для создания компьютерной системы мониторинга диагностики.

Материалы и методы исследования. В исследовании приняло участие 64 пациента 60-74 лет с различной патологией органа зрения – первичной открытоугольной глаукомой (n=16), возрастной катарактой (n=16), сочетанным увеитом и глаукомой (n=16) и увеитом (n=16). Для идентификации цитокинов в четырёх группах использовались наборы Human XL Cytokine Premixed Kit (FSCSTM18-08, R&D Systems, США) и TGF-β Premixed Kit (FSCSTM17-03, R&D Systems, США) в соответствии с рекомендациями производителя.

Сравнительный анализ между группами проводился с помощью дисперсионного анализа или U-критерия Манна-Уитни для непрерывных данных, а для категориальных данных применялся критерий хи-квадрат.

Результаты исследования. Уровни IL-6, IL-8, MCP-1 и MIP-1β в группе пациентов пожилого возраста с сочетанием увеита и глаукомы были значительно повышены (p<0,01), что превышает показатели в группе пациентов с увеитом. Напротив, не было отмечено существенных различий в уровнях IFN-γ и TNF-α между двумя группами. Тем не менее по сравнению с группой пациентов 60-74 лет с возрастной катарактой в группах с увеитом и первичной открытоугольной глаукомой наблюдался заметный рост уровня IL-6 (p<0,001), IL-8 (p<0,001) и MCP-1 (p<0,001) соответственно.

У пациентов с увеитом были значительно более высокие уровни TGF-β1 и TGF-β2 (p<0,001), превышающие концентрации, обнаруженные в трех других группах. TGF-β3 про-

демонстрировал аналогичную тенденцию, но статистически значимых различий не было, поскольку большинство показателей TGF-β3 были ниже минимально определяемого значения (63,21 пг/мл). Статистически значимых различий в уровне IL-10, противовоспалительного цитокина, в четырёх группах не наблюдалось.

Провоспалительные факторы MCP-1, MIP-1β, IL-6, IL-8 и трансформирующие факторы роста TGF-β1 и TGF-β2 были значительно повышены в образцах слезной жидкости пациентов с увеитом. В случае усиления противовоспалительной терапии в периоперационном периоде провоспалительные факторы оставались заметно повышенными в группе с увеитом. У пациентов с сочетанием увеита и глаукомы обнаружены значительно повышенные уровни MCP-1, MIP-1β, IL-6, IL-8, TGF-β1 и TGF-β2 в передней камере глаза, что указывает на потенциальную роль этих медиаторов в прогрессировании процессов инфламэйджинга, что имеет важное значение в создании компьютерной системы мониторинга при патологии органа зрения.

Список литературы

1. Скрининг-диагностика рака желудка на основе нечетких моделей структуры крови и анамнеза обследуемого / Н.М. Агарков, М.В. Артеменко, В.В. Дмитриева [и др.] // Медицинская техника. – 2015. – № 2. – С. 23-26.
2. Особенности гериатрического статуса у пациентов с артериальной гипертензией и ишемической болезнью сердца (обзор) / Н.М. Агарков, М.М. Яблоков, А.А. Титов [и др.] // Научные результаты биомедицинских исследований. – 2024. – Т. 10, № 1. – С. 112-125.
3. Когнитивные и тревожно-депрессивные нарушения у пациентов, страдающих возрастной макулярной дегенерацией и катарактой / Н.М. Агарков, М.М. Яблоков, Д.А. Коняев [и др.] // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2021. – Т. 23, № 2. – С. 83-90.
4. Воздействие антропогенных атмосферных загрязнений на частоту врожденных аномалий развития / И.Н. Верзилина, Н.М. Агарков, М.И. Чурносков // Гигиена и санитария. – 2008. – № 2. – С. 17-20.
5. Распространенность и структура врожденных аномалий развития у новорожденных детей г. Белгорода / И.Н. Верзилина, Н.М. Агарков, М.И. Чурносков // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2009. – Т. 87, № 2. – С. 151-154.
6. Исследование влияния солнечной активности на частоту врожденных пороков развития / И.Н. Верзилина, Н.М. Агарков, М.И. Чурносков // Гигиена и санитария. – 2008. – № 5. – С. 17-20.
7. Использование метода проточной цитометрии и диагностически значимых показателей системного клеточного иммунитета для диагностики острого эндометрита / Н.М. Агарков, К.Ф. Макконен, В.В. Аксенов [и др.] // Клиническая лабораторная диагностика. – 2017. – Т. 62, № 9. – С. 563-567.
8. Совершенствование диагностики острого эндометрита на основе моделирования и кластерного анализа параметров местного иммунитета / Н.М. Агарков, О.В. Головченко, О.И. Охотников [и др.] // Клиническая лабораторная диагностика. – 2018. – Т. 63, № 4. – С. 239-242.
9. Рационализация лабораторной диагностики острого сальпингоофорита по информативным параметрам гуморального иммунитета / Н.М. Агарков, В.Н. Агаркова, В.В. Аксенов [и др.] // Клиническая лабораторная диагностика. – 2017. – Т. 62, № 11. – С. 690-693.
10. Совершенствование диагностики хронического пародонтита у детей / Н.М. Агарков, А.С. Макарян, И.С. Гонтарева // Инфекция и иммунитет. – 2020. – Т. 10, № 3. – С. 558-564.
11. Диагностика хронического пародонтита у детей по информативным иммунологическим показателям / Н.М. Агарков, С.Н. Гонтарев, И.С. Гонтарева [и др.] // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2019. – Т. 42, № 4. – С. 459-469.

12. Общественное здоровье и здравоохранение : Курс лекций : Учеб. для студентов мед. вузов; М-во образования Рос. Федерации, М-во здравоохранения Рос. Федерации / Г.И. Куценко, А.И. Вялков, Н.М. Агарков. – Москва, 2002. – 542с.

СИСТЕМА КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИНФЛАМЭЙДЖИНГА ПРИ ПАТОЛОГИИ ОРГАНА ЗРЕНИЯ

Абрамов А.А.¹, Яблоков М.М.¹, Курзин М.Л.¹, Шаранов И.Ю.¹, Шорохова А.А.²

¹Тамбовский филиал МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Фёдорова, Тамбов, Россия

²ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»
Научный руководитель – д.м.н., профессор Агарков Н.М.

Актуальность. Естественные киллеры (NK-клетки) обычно сохраняют свою цитотоксическую функцию, а увеличение их количества является признаком старения [1, 2]. С другой стороны, нейтрофилы могут быть менее эффективными в фагоцитозе бактерий и окислительном взрыве. Старение часто связано с нарушением механизмов защиты тканей организма от повреждающего воздействия физических, химических, питательных и антигенных факторов, вызывающих воспаление. Это явление называется «инфламэйджингом». Длительное вялотекущее и хроническое воспаление часто приводит к дегенерации тканей и нарушению их нормального функционирования [3, 4].

T- и B-клеточные реакции, как правило, различаются как количественно, так и качественно с возрастом, что может напрямую влиять на эффективность иммунного ответа и снижать его интенсивность при столкновении с новыми антигенами [5, 6]. У пожилых людей это последствие старения может проявляться в снижении способности реагировать на новые антигены и даже на вакцины, что приводит к повышению восприимчивости к инфекциям [7, 8]. У людей с нарушением соотношения CD4/CD8 T-клеток, подавленным иммунологическим ответом на митогенные стимулы и сильно сниженным количеством B-клеток ожидаемая продолжительность жизни была меньше. Все эти факторы являются неотъемлемой частью более широкого спектра проявлений инфламэйджинга. Характерными признаками инфламэйджинга являются снижение иммунологического ответа на новые антигены, накопление T-клеток памяти из-за повторных инфекций и наличие хронического воспаления низкой интенсивности [9, 10]. Процесс инфламэйджинга можно лишь частично объяснить старением клеток, тканей или организма в целом, и, следовательно, на признаки инфламэйджинга может существенно и по-разному влиять история патогенных контактов конкретного человека [11, 12].

Цель исследования – анализ параметров инфламэйджинга при патологии органа зрения для создания системы компьютерного мониторинга.

Материалы и методы исследования. В исследование включены образцы слезной жидкости 22 глаз пациентов 60-74 лет с первичной открытоугольной глаукомой, 24 глаз пациентов 60-74 лет с катарактой без метаболических нарушений и 24 глаз пациентов 60-74 лет с катарактой и метаболическими нарушениями. У трех групп пациентов проанализированы 15 адипокинов с помощью мультиплексного анализа на основе микрочастиц Lumiplex. Также проведен анализ корреляции между адипокинами в слезной жидкости и клиническими показателями первичной открытоугольной глаукомой в разных группах.

Результаты исследования. При изучении характеристик пациентов выделенных групп не обнаружено достоверных различий по возрасту, полу, латеральности зрения, уровню липопротеинов высокой и низкой плотности ($p>0,05$). В группе пациентов пожилого возраста с первичной открытоугольной глаукомой не было выявлено существенных различий в возрасте, поле зрения, уровне фруктозамина, триглицеридов, липопротеинов высокой плотности или липопротеинов низкой плотности ($p>0,05$).

Концентрация адипонектина, лептина, адипсина, ангиопоэтина-2, ANGPTL4, IL-8 и IL-18 была достоверно выше в группе с первичной открытоугольной глаукомой, чем в груп-

пе с катарактой. Уровень ангиопоэтина-2 был значительно выше в группе с первичной открытоугольной глаукомой, чем в группе с катарактой и метаболическими нарушениями ($p>0,05$).

При изучении взаимосвязи между уровнем адипокинов в слезной жидкости и клиническими показателями в группе пациентов с первичной открытоугольной глаукомой, включая предоперационный индекс офтальмотонуса, средние значения отклонения, количество препаратов для лечения глаукомы, принимаемых до операции, а также использование специфических препаратов для лечения глаукомы, таких как аналоги простагландинов, картеолол, бринзоламид или бримонидин. За исключением ангиопоэтина-2, который продемонстрировал умеренную корреляцию с применением бримонидина ($r=0,499$, $P=0,036$), ни один другой клинический показатель не показал значимой корреляции с уровнем адипокинов.

Выводы. Полученные данные свидетельствуют о том, что уровни адипокинов в слезной жидкости могут отражать воспалительные состояния при процессах инфламэйджинга при первичной открытоугольной глаукомой, что важно при создании системы компьютерного мониторинга параметров инфламэйджинга.

Список литературы

1. Скрининг-диагностика рака желудка на основе нечетких моделей структуры крови и анамнеза обследуемого / Н.М. Агарков, М.В. Артеменко, В.В. Дмитриева [и др.] // Медицинская техника. – 2015. – № 2. – С. 23-26.
2. Особенности гериатрического статуса у пациентов с артериальной гипертензией и ишемической болезнью сердца (обзор) / Н.М. Агарков, М.М. Яблоков, А.А. Титов [и др.] // Научные результаты биомедицинских исследований. – 2024. – Т. 10, № 1. – С. 112-125.
3. Когнитивные и тревожно-депрессивные нарушения у пациентов, страдающих возрастной макулярной дегенерацией и катарактой / Н.М. Агарков, М.М. Яблоков, Д.А. Коняев [и др.] // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2021. – Т. 23, № 2. – С. 83-90.
4. Воздействие антропогенных атмосферных загрязнений на частоту врожденных аномалий развития / И.Н. Верзилина, Н.М. Агарков, М.И. Чурносков // Гигиена и санитария. – 2008. – № 2. – С. 17-20.
5. Распространенность и структура врожденных аномалий развития у новорожденных детей г. Белгорода / И.Н. Верзилина, Н.М. Агарков, М.И. Чурносков // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2009. – Т. 87, № 2. – С. 151-154.
6. Исследование влияния солнечной активности на частоту врожденных пороков развития / И.Н. Верзилина, Н.М. Агарков, М.И. Чурносков // Гигиена и санитария. – 2008. – № 5. – С. 17-20.
7. Использование метода проточной цитометрии и диагностически значимых показателей системного клеточного иммунитета для диагностики острого эндометрита / Н.М. Агарков, К.Ф. Макконен, В.В. Аксенов [и др.] // Клиническая лабораторная диагностика. – 2017. – Т. 62, № 9. – С. 563-567.
8. Совершенствование диагностики острого эндометрита на основе моделирования и кластерного анализа параметров местного иммунитета / Н.М. Агарков, О.В. Головченко, О.И. Охотников [и др.] // Клиническая лабораторная диагностика. – 2018. – Т. 63, № 4. – С. 239-242.
9. Рационализация лабораторной диагностики острого сальпингоофорита по информативным параметрам гуморального иммунитета / Н.М. Агарков, В.Н. Агаркова, В.В. Аксенов [и др.] // Клиническая лабораторная диагностика. – 2017. – Т. 62, № 11. – С. 690-693.
10. Совершенствование диагностики хронического пародонтита у детей / Н.М. Агарков, А.С. Макарян, И.С. Гонтарева // Инфекция и иммунитет. – 2020. – Т. 10, № 3. – С. 558-564.
11. Диагностика хронического пародонтита у детей по информативным иммунологическим показателям / Н.М. Агарков, С.Н. Гонтарев, И.С. Гонтарева [и др.] // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2019. – Т. 42, № 4. – С. 459-469.

12. Общественное здоровье и здравоохранение : Курс лекций : Учеб. для студентов мед. вузов; М-во образования Рос. Федерации, М-во здравоохранения Рос. Федерации / Г.И. Куценко, А.И. Вялков, Н.М. Агарков. – Москва, 2002. – 542с.

ВЛИЯНИЕ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ НА СОЦИАЛЬНУЮ ДЕПРИВАЦИЮ

Аксёнов В.В. Аксёнова О.Ю.

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

Научный руководитель – д.м.н., профессор Серегин С.П.

Актуальность. Социальная депривация – это состояние, при котором у человека снижается или отсутствует возможность общаться с другими людьми, жить, функционально и культурно взаимодействуя с социумом. Это показатель социального благополучия, поскольку она связана с такими факторами, как занятость, образование и доступ к здравоохранению [1]. Было обнаружено, что в рамках целостной модели заболевания социальные факторы играют важную роль в определении течения болезни. Исследования влияния социальной депривации на течение заболеваний легких, таких как хроническая обструктивная болезнь легких, позволили предположить связь между низким социально-экономическим статусом и худшим прогнозом [2].

Легочная артериальная гипертензия (ЛАГ) характеризуется повышением давления в легочной артерии и, в конечном счете, правожелудочковой недостаточностью [3, 4]. Несмотря на недавние достижения в лечении, ЛАГ остаётся неизлечимым заболеванием, связанным с высокой смертностью и заболеваемостью [5, 6].

В то время как прогностическая ценность клинических переменных была хорошо изучена при ЛАГ, влияние социальных факторов на течение заболевания изучено мало. Недавние исследования, проведенные в США и Китае, предполагают, что социальная депривация коррелирует с более тяжелым заболеванием.

Цель исследования – изучение влияния социальной депривации на прогноз у пациентов с ЛАГ.

Материалы и методы исследования.

Были получены демографические данные и клинические переменные, зарегистрированные на момент постановки диагноза, и результат на момент проверки. Собранными демографическими данными были возраст и пол. Клиническими переменными при постановке диагноза были индекс массы тела (ИМТ), функциональный класс.

Кроме того, данные о распределении социальной депривации в разбивке по полу, возрасту и годам были получены из РОССТАТА. Проведено сравнение социального распределения пациентов с ЛАГ по сравнению с населением страны.

Результаты исследования.

В результате исследования не было обнаружено связи между социальной депривацией и ЛАГ. Добавление прогностических демографических и клинических переменных к многомерным моделям не изменило результатов. Наблюдались различия в возрасте, ИМТ и поле в связи с социальной депривацией, но никакой разницы в интенсивности получаемого лечения не было. Кроме того, наблюдалась чрезмерная представленность субъектов с ЛАГ среди более социально неблагополучных когорт по сравнению с соответствующим по возрасту и полу распределением населения.

Основным ограничением данного исследования является его ретроспективный характер. Следовательно, способность исследования оценивать временные ассоциации или причинно-следственные связи между социальной депривацией и выживанием ограничена. Кроме того, его выводы основаны на минимальных изменениях в диагностической практике с течением времени.

Изменение качества жизни и ИМТ при социальной депривации предсказуемо и удивительно. Изменение социальной депривации в зависимости от возраста и пола в значительной степени обусловлено преобладанием пожилых мужчин в наименее социально неблаго-

пополучной когорте. Частично, но не полностью, это может быть связано с худшей выживаемостью более социально неблагополучных мужчин из-за сопутствующих заболеваний, таких как ишемическая болезнь сердца.

Выводы. Это исследование демонстрирует, что социальная депривация не связана с тяжестью заболевания или выживаемостью пациентов с ЛАГ. Эти результаты свидетельствуют о том, что низкий социально-экономический статус не является ни прогностическим фактором, ни препятствием для лечения пациентов с ЛАГ.

Список литературы

1. Social deprivation and prognosis in Scottish patients with pulmonary arterial hypertension / K. Pellino, S. Kerridge, C. Church [et al] // Eur Respir J. – 2018. – Vol. 51, N. 2. – P. 1700444.
2. Прогнозирование острого инфаркта миокарда по биохимическим кардиомаркерам крови / Р.С. Голошапов-Аксенов Р.С., В.В. Аксёнов, В.Д. Луценко // Клиническая лабораторная диагностика. – 2018. – Т. 63, № 2. – С. 85-89.
3. Прогнозирование острого инфаркта миокарда в популяции пожилого населения / С.И. Корнеева, Д.В. Пискунов, Ю.Н. Панина [и др.] // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – 2020. – № 4. – С. 158-170.
4. Математические методы классификации больных с различными заболеваниями (в акушерско-гинекологической практике) и здоровых лиц / В.В. Аксенов // Медико-экологические информационные технологии - 2018. Сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-технической конференции. – Курск, 2018. – С. 47-49.
5. Неотложные состояния в кардиологии и терапии. Учебник, электронный ресурс / Н.М. Агарков, Р.С. Голошапов-Аксенов, Р.В. Фомина [и др.]. – Белгород: ООО Эпицентр, 2021. – 588с.
6. Оценка влияния терапии антигипертензивными препаратами на параметры суточного мониторингирования артериального давления у пожилых пациентов / Н.М. Агарков, В.В. Аксенов, О.Ю. Аксёнова [и др.] // Горизонты биофармацевтики. Сборник научных трудов по материалам IX Международной научно-практической молодежной конференции, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета. – Курск, 2024. – С. 233-235.

ПАПИЛЛЯРНЫЙ ДИВЕРТИКУЛ: ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ПРЕДИКТОРЫ КОМПРЕССИИ ОБЩЕГО ЖЕЛЧНОГО ПРОТОКА

Белозеров А.В.¹, Григорьев Н.Н.², Бабкин И.А.³

¹ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

²Курский государственный медицинский университет

³Курская областная многопрофильная клиническая больница

Актуальность. В последнее время значительно изменились тактические подходы к диагностике и лечению заболеваний органов гепатопанкреатодуоденальной зоны, что связано с техническим прогрессом и совершенствованием методов инструментального обследования. Расширение показаний к применению и доступность современных неинвазивных методов лучевой диагностики привели к увеличению случайных находок, одной из которых является расширение общего желчного протока (ОЖП). Причиной дилатации общего желчного протока могут явиться различные состояния: перенесенная холецистэктомия, прием некоторых лекарственных препаратов, избыточная масса тела, пожилой возраст [9]. Однако в подавляющем большинстве случаев расширение желчных протоков является следствием билиарной гипертензии [4, 16]. Специалисты ультразвуковой диагностики расценивают расширение холедоха более 7 мм как достоверный признак билиарной гипертензии [5]. Одной из причин желчной гипертензии может являться дивертикул папиллярной зоны двенадцатиперстной кишки (ДПК) [13]. До 95% папиллярных дивертикулов (ПД) протекают бессимптомно [8, 14, 15]. Однако, располагаясь вблизи ампулы Фатера, ПД могут являться причиной таких

патологических состояний, как холедохолитиаз, обструкция ОЖП, панкреатит, перфорация ДПК, реже кровотечение и карцинома [10, 11, 12].

Цель исследования – обзор инструментальных предикторов компрессии общего желчного протока.

Материалы и методы исследования. В исследование включены 225 пациентов с ПД, лечившихся в Курской областной клинической больнице с 2017 по 2024. Большинство составили женщины – 157 (69,8%) пациентов. Мужчин было 68 (30,2%), возраст пациентов был от 42 до 76 лет. В наблюдаемой группе пациентов проанализированы результаты инструментальной диагностики и лечения пациентов с целью выявления критериев, которые могут свидетельствовать о компрессирующем влиянии ПД на терминальный отдел ОЖП. Инструментальные исследования выполнялись в отделении эндоскопии Курской области многопрофильной клинической больницы с использованием эндоскопической видеосистемы Olympus (Япония), укомплектованной ультразвуковыми гастровидеоскопами GF UM160 с радиальным датчиком и GF UC140P-AL5 с конвексным и видеодуоденоскопом TJF-150 с набором эндоскопического инструментария.

Основной задачей инструментальной диагностики при расширении ОЖП является верификация его причины. Применяемый в клинике диагностический алгоритм у пациентов с признаками билиарной гипертензии и при отсутствии видимой обструктивной патологии периапулярной зоны по результатам УЗИ, предполагает использование эндоскопической диагностики в виде дуоденоскопии и эндоскопической ультрасонографии в качестве методов основного диагностического этапа, что в ряде случаев позволяет обоснованно воздержаться от выполнения компьютерной томографии, магнитно-резонансной холангиопанкреатографии, а также диагностических транспапиллярных вмешательств.

Дуоденоскопия и эндоскопическая ультрасонография (ЭУС) позволяют непосредственно осмотреть папиллярную зону ДПК, визуализировать ПД, большой сосочек двенадцатиперстной кишки (БСДК), а также оценить их взаиморасположение. На основании собственных наблюдений и данных литературы [6] визуальными предикторами компрессии дивертикулом терминального отдела ОЖП считали: размеры дивертикула, превышающие 2 см (x_7); II тип дивертикула типа "бабочки" согласно классификации (x_8), предложенной в работе [7]; содержимое в дивертикуле (x_9); явления дивертикулита (x_{10}); появление тока желчи при пробной канюляции БСДК и спрямлении терминального отдела ОЖП инструментом (x_{11}).

В исследуемой группе пациентов при визуальном осмотре как при выполнении ЭУС, так и при дуоденоскопии дивертикулы II типа выявлены у 42 (18,7%) больных, крупные, более 2 см дивертикулы выявлены у 108 (48,0%) пациентов. Остатки пищевых масс в полости дивертикулита выявлены у 17 (7,5%) больных, явления дивертикулита – у 15 (6,7%). Пробная канюляция устья БСДК выполнялась преимущественно перед выполнением транспапиллярных вмешательств, ток желчи при этом получен в 27 (12,0%) случаях.

При эхосканировании папиллярной области ДПК определяли ультразвуковые предикторы компрессии ОЖП дивертикулом, которые сформулированы на основании собственного опыта и литературных данных. К ним относим: расширение ОЖП свыше 12 мм до контакта его с дивертикулом (x_1); отсутствие инструментальных признаков патологии БСДК и другой органической патологии (x_2); деформация и/или сужение ОЖП на уровне дивертикула (x_4); признаки первичного холедохолитиаза (пигментные конкременты ОЖП с «рыхлой» эхографической структурой, шлам в протоке, билиарный сладж) (x_5); контакт дивертикула со стенкой ОЖП протяженностью не менее 2 см (x_6).

По результатам выполнения ЭУС получены следующие результаты. Диаметр ОЖП в исследуемой группе варьировал в пределах $11,3 \pm 2,7$ мм. Холедохолитиаз как проявление желчнокаменной болезни выявлен в 85 (37,8%) случаев. Рыхлые конкременты и билиарный сладж, как проявления первичного холедохолитиаза выявлены еще у 22 (9,8%) больных. Прямые эндосонаграфические критерии компрессии в виде деформации ОЖП на уровне дивертикула и его протяженного контакта с протоком определялись у 19 (8,4%) больных.

Диагностику компрессирующего воздействия дивертикула на терминальный отдел ОЖП проводили с учетом предложенных визуальных и эндосонаграфических предикторов, агрегацию которых проводили, используя итерационную накопительную формулу Е. Шортлифа согласно рекомендациям [1, 2, 3]. Согласно формуле, наличие каждого из выбранных информативных признаков увеличивало уверенность в том, что причиной компрессии холедоха является дивертикул:

$$UKHD(i+1) = UKHD(i) + KY_{\omega_K}(x_{i+1})[1 - UKHD(i)] \quad (1)$$

где $UKHD(1) = KY_{\omega_K}(x_1)$; $i = 1, \dots, 7$, $KY_{\omega_K}(x_{i+1})$ – коэффициент уверенности в ω_K по информативному признаку с идентификатором $i+1$.

Информативные признаки x_i определены двоичным кодом: 0- признак отсутствует; 1- признак присутствует. При отсутствии признака соответствующий коэффициент уверенности равен нулю. При наличии признака индивидуальные значения коэффициентов уверенности определены следующим образом:

$$\begin{aligned} KY_{\omega_K}(x_1) &= 0,5; KY_{\omega_K}(x_2) = 0,5; KY_{\omega_K}(x_3) = 0,3; KY_{\omega_K}(x_4) = 0,6; \\ KY_{\omega_K}(x_5) &= 0,45; KY_{\omega_K}(x_6) = 0,3; KY_{\omega_K}(x_7) = 0,3; KY_{\omega_K}(x_8) = 0,2; \\ KY_{\omega_K}(x_9) &= 0,3; KY_{\omega_K}(x_{10}) = 0,35; KY_{\omega_K}(x_{11}) = 0,35. \end{aligned}$$

Результаты исследования. С использованием предложенных предикторов из 225 пациентов с ПД и дилатацией ОЖП выделена группа больных в количестве 51 (22,7%) человека, у которых причиной билиарной гипертензии с уверенностью выше 0,92 явился ПД. В анализируемой группе пациентов малоинвазивное лечение с использованием ретроградных и антеградных методик билиарной декомпрессии. Окончательный диагноз, базирующийся на результатах эндоскопической ретроградной панкреатохолангиографии, антеградной холангиографии, инструментальной ревизии желчных протоков, морфологического исследования биопсийного материала подтвердил правильность диагностики. Принципиальных противоречий и расхождений данных, полученных при обследовании пациентов на доинвазивном этапе диагностики и по результатам малоинвазивного лечения не было.

Как показало исследование, предложенные инструментальные предикторы с уверенностью не ниже 0,92 позволяют диагностировать компрессию терминального отдела ОЖП папиллярным дивертикулом и определить показания к малоинвазивному лечению.

Список литературы

- Белозеров В.А. Корневский Н.А. Дифференциальная диагностика патологии поджелудочной железы по данным эндоскопической ультрасонографии на основе нечетких математических моделей. Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2021;20(1):102-110.
- Корневский Н.А., Родионова С.Н., Хрипина И.И. Методология синтеза гибридных нечетких решающих правил для медицинских интеллектуальных систем поддержки принятия решений. Старый Оскол: ТНТ; 2019.
- Корневский Н.А., Шуткин А.Н., Горбатенко С.А., Серебровский В.И. Оценка и управление состоянием здоровья обучающихся на основе гибридных интеллектуальных технологий: монография. Старый Оскол: ТНТ; 2019.
- Миронов, В. И. Синдром желчной гипертензии и его роль при патологических состояниях билиопанкреатодуоденальной зоны / В. И. Миронов // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2000. – Т. 23, № 4. – С. 10-16.
- Похабова, Е. Ю. Обоснование выбора метода неопухового стеноза большого сосочка двенадцатиперстной кишки : диссертация ... кандидата медицинских наук : 14.00.27 / Е. Ю. Похабова. – Москва, 2012. – 147 с.
- Эндоскопическая ультрасонография и транспапиллярные вмешательства в алгоритме диагностики и лечения у больных с дивертикулами папиллярной зоны двенадцатиперстной кишки / В. А. Белозеров, О. И. Охотников, А. Л. Локтионов [и др.] // Эндоскопическая хирургия. – 2023. – Т. 29, № 6. – С. 36-43. – DOI 10.17116/endoskop20232906136.

7. Эндоскопическая ультрасонография и транспапиллярные вмешательства у пациентов с парапипиллярными дивертикулами / В. А. Белозеров, Н. Н. Григорьев, В. А. Прокопов, Д. Е. Белозерова // РМЖ. Медицинское обозрение. – 2023. – Т. 7, № 5. – С. 258-263. – DOI 10.32364/2587-6821-2023-7-5-3.
8. Alzerwi NAN. Recurrent ascending cholangitis with acute pancreatitis and pancreatic atrophy caused by a juxtapapillary duodenal diverticulum: A case report and literature review. *Medicine* (Baltimore). 2020;99(27):e21111. doi: 10.1097/MD.0000000000002111.
9. Bruno M, Brizzi RF, Mezzabotta L, Carucci P, Elia C, Gaia S, Mengozzi G, Romito AV, Eloubeidi MA, Rizzetto M, De Angelis C. Unexplained common bile duct dilatation with normal serum liver enzymes: diagnostic yield of endoscopic ultrasound and follow-up of this condition. *J Clin Gastroenterol*. 2014 Sep;48(8):e67-70. doi: 10.1097/MCG.0b013e3182a8848a.
10. Carmona Agúndez M., López Guerra D., Fernández Pérez J. et al. Lemmel's syndrome: Obstructive jaundice secondary to a duodenal diverticulum. *Cir Esp*. 2017;95(9):550-551. doi: 10.1016/j.ciresp.
11. Chen L., Xia L., Lu Y., et al. Influence of periampullary diverticulum on the occurrence of pancreaticobiliary diseases and outcomes of endoscopic retrograde cholangiopancreatography. *Eur J Gastroenterol Hepatol*. 2017;29(1):105–111, doi: 10.1097/MEG.0000000000000744.
12. Loffeld R.J., Dekkers PEP. The impact of duodenal diverticuli and the execution of endoscopic retrograde cholangiopancreatography. *Int Sch Res Notices*. 2016;5026289, doi: 10.1155/2016/5026289.
13. Nikolaidis, P., Hammond, N. A., Day, K., et al. Imaging Features of Benign and Malignant Ampullary and Periampullary Lesions. *RadioGraphics*, 2014;34(3):624–641. doi:10.1148/rg.343125191.
14. Oukachbi N., Brouzes S. Management of complicated duodenal diverticula. *J. Visc. Surg*. 2013;150(3):173–179.
15. Philip J., Cocieru A. Pancreatoduodenectomy in patient with perforated duodenal diverticulum and peritonitis: Case report. *Int J Surg Case Rep*. 2019;58:48-49. doi: 10.1016/j.ijscr.2019.04.011.
16. Sbeit W, Shahin A, Khoury T. Dilated common bile duct is commonly associated with main duct Intraductal Papillary Mucinous Neoplasm of the pancreas. *BMC Gastroenterol*. 2024 Jun 17;24(1):201. doi: 10.1186/s12876-024-03291-y. PMID: 38886637; PMCID: PMC11181604.

ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПРОБЫ В КАРДИОИНТЕРВАЛОГРАФИИ

Ефименко О. В., Быков А. В., Азарова П. С., Цымбал Е. В., Травникова М. Н.

Юго-Западный государственный университет

Кафедра биомедицинской инженерии

Актуальность. Заболевания сердечно-сосудистой системы продолжают оставаться одной из значимых проблем современности. Нарушения в работе сердца возникают и как самостоятельные первичные процессы, и как последствия заболеваний других органов и систем, отягощая их течение. И в том, и в другом случае важно своевременно и правильно произвести оценку функционирования сердца.

В настоящее время существует множество способов, методов оценки функционального состояния сердца от анализа электрической активности, биохимических процессов до средств 2D- и 3D-визуализации. Каждый из них имеет свою сферу применения, свои возможности и ограничения, в связи с чем нельзя выбрать один самый информативный, но можно выбрать оптимальный метод (или совокупность методов) для клинической ситуации. Назначать каждому пациенту всю батарею тестов также не будет оптимальным решением в связи с большим их разнообразием.

Цель исследования – оценить возможности применения дыхательных проб при кардиоинтервалографии.

Материалы и методы исследования. Проведен анализ литературных источников, объясняющих механизмы влияния дыхательных проб на параметры кардиоинтервалографии и регламентирующих методики проведения проб. Набраны 22 ритмограммы для сравне-

ния вариантов вычисления диагностических параметров. Математическая обработка производилась средствами Excel.

Результаты исследования. Методика кардиоинтервалографии представляет собой регистрацию электрокардиограммы (ЭКГ) в одном отведении (от 1 минуты до суток) с формированием ряда из длительностей последовательных кардиоциклов или мгновенной ЧСС [1]. В норме длительность кардиоцикла со временем меняется, т. к. фактическая ЧСС – результат взаимодействия собственной частоты генерации импульсов в синусовом узле и влияний вегетативной нервной системы (ВНС): симпатической и парасимпатической [2, 3]. Одним из регулирующих воздействий ВНС является появление в ритме дыхательных волн – постепенных ускорений и замедлений ЧСС в соответствии с фазами дыхания [3]. Если действие одного звена нарушается, то происходит смещение равновесия в ту или иную сторону.

Регуляторное действие парасимпатической системы происходит быстрее, чем симпатической, в связи с чем колебания ЧСС в начале дыхательной пробы в большей степени отражают активность парасимпатической нервной системы, а через 30-60 сек. ритм снова начинает стабилизироваться с активацией симпатической иннервации [2].

На практике чаще представляет интерес оценка разброса колебаний ЧСС в пределах минуты при медленном глубоком дыхании (5-6 дыхательных движений в минуту). Используется несколько методов количественной оценки получаемой в ходе пробы ритмограммы (коэффициент (выдох/вдох), стандартное отклонение, коэффициент вариации, среднее значение RR за дыхательный цикл, максимум-минимум RR, спектральный анализ) [4]. На рисунке 1 представлен пример ритмограммы с разметкой для методики расчёта по средним значениям RR на вдохе и на выдохе. Вертикальные линии обозначают разделение на фазы вдоха и выдоха; точки, соединённые линиями – последовательные значения RR, треугольниками на кривой отмечены средние значения RR за каждый вход и каждый выдох. Далее вычисляются коэффициент соотношения RR (или ЧСС) на вдохе и на выдохе, а также разница ЧСС между выдохом и вдохом.



Рисунок 1. Ритмограмма (пример 1)

Существует также методика расчёта оценочных показателей через отбор максимальных и минимальных значений RR в каждом дыхательном цикле. Аналогично предыдущему варианту вычисляются коэффициенты выдох/вдох и разница ЧСС. На рисунке можно видеть, что оценка по ряду из средних значений несколько сглаживает ряд по сравнению с оценкой максимумов и минимумов. Когда диапазон получаемых значений коэффициентов и разниц меньше, может страдать точность разграничения классов. Так, среди 22 изученных записей 4 коэффициента лежали в границах 1,04-1,15 (и соответствовали возрастным нормам), 18 же находились в пределах 0,98-1,02 (округление производится до сотых, т. к. границы возрастных норм приводятся с такой точностью и идут с шагом в 0,01).

В то же время в рутинной практике проще использовать методику усреднения, так как выделение максимальных и минимальных значений следует проверять графически, а данные для анализа представлены обычно в виде последовательности чисел (длительностей RR).

Анализируя записи ритмограмм, можно предположить, что закономерности изменения RR позволяют применить алгоритмы автоматизированного выделения дыхательных циклов с минимумами и максимумами для более быстрого подсчёта по методике «минимум-

максимум» в потоковых исследованиях.

Рассмотрим ещё один пример ритмограммы (рис. 2). Отмечается сглаженность исходного ряда RR. Применение методики средних RR сглаживает ряд ещё больше.

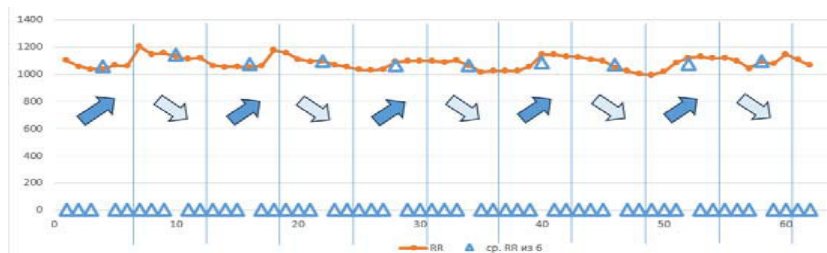


Рисунок 2. Ритмограмма (пример 2)

Чтобы проверить применимость автоматической обработки к возможным вариантам профиля ритмограммы, требуется провести дальнейшие исследования, направленные в том числе на информативность оценки вегетативной регуляции не только у пациентов с диабетом, т. к. методологические основы и критерии нормы разрабатывались исходя для оценки кардиоваскулярной автономной нейропатии в составе батареи кардиоваскулярных тестов (КВТ) для больных сахарным диабетом [5, 6], применяются на практике преимущественно в отношении них, и в меньшей степени при других состояниях. Хотя имеются методические рекомендации по применению КВТ в психоневрологической практике [2, 4].

Выводы. Исследование показало, что дыхательные пробы при проведении кардиоинтервалографии имеют перспективы более широкого применения на практике при условии стандартизации методик выполнения и критериев оценки результатов, в том числе с помощью средств автоматической обработки данных.

Список литературы

1. Физиологические методы контроля в спорте / Л.В. Капилевич, К.В. Давлетьярова, Е.В. Кошельская [и др.]. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 172 с.
2. Применение метода вариабельности сердечного ритма в психоневрологической практике (Часть 1): методические рекомендации / НМИЦ ПН им. В.М. Бехтерева; авторы-сост.: Фомин Ф.Ю., Ахмерова Л.Р., Ананьева Н.И., Саломатина Т.А., Андреев Е.В. – СПб.: НМИЦ ПН им. В.М. Бехтерева, 2020. – 44 с.
3. Руководство по электрокардиографии / В. Н. Орлов. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 1999. – 528 с.
4. Применение метода вариабельности сердечного ритма в психоневрологической практике (Часть 2): методические рекомендации / НМИЦ ПН им. В.М. Бехтерева; авторы-сост.: Фомин Ф.Ю., Ахмерова Л.Р., Ананьева Н.И., Саломатина Т.А., Андреев Е.В. – СПб.: НМИЦ ПН им. В.М. Бехтерева, 2020. – 50 с.
5. The value of cardiovascular autonomic function tests: 10 years experience in diabetes / D.J. Ewing [et al.] // Diabetes Care. – 1985. – Т. 8. – № 5. – Р. 491-498.
6. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом / Под редакцией И.И. Дедова, М.В. Шестаковой, О.Ю. Сухарева. – 12-й выпуск. – М.: НМИЦ эндокринологии, 2025. – 248 с.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА МНОГООРУВНЕВНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ОСОБЫХ ТОЧЕК НА СНИМКАХ ВИДЕОРЕЯ

Жилин И.А., Коробков С.В., Халин И.А.

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

Курск, Россия

Научный руководитель – д.т.н., профессор Филист С.А.

Обнаружение аномальных объектов или особых точек (блобов) на изображениях и видеопоследовательностях, – это очень важная и востребованная область компьютерного зрения. Задачи такого плана возникают при поиске реперных точек в системе управления беспилотными транспортными средствами и при анализе видеоряда томографических изображений анатомического органа в медицинской диагностике [1, 2, 3, 4].

Существует множество методов идентификации особых точек, которые занимают линейку от наиболее старых корреляционно-экстремальных методов, до наиболее современных, основанных на использовании сверточных нейронных сетей. Внутри этой линейки можно выделить такие широко известные дескрипторы, как SURE, SIFT, BRIEF, ORB, алгоритмы вычисления дескрипторов особых точек MonoSLAM, PTAM, ORB-SLAM и др. [5, 6, 7, 8].

Несмотря на большое разнообразие методов идентификации особых точек, они имеют практически одинаковые недостатки: накопление ошибки и большая вычислительная сложность. Это обусловлено тем, что изображение особой точки подвергается преобразованию как в аффинной, так и в проекционной геометрии, что создает определенные математические сложности при выборе математического аппарата восстановления изображения. Кроме того, большинство дескрипторов особых точек ориентируются на анализ ярких характеристик пикселей изображения. Однако, на снимках условия освещенности меняются, как от кадра к кадру видеоряда, так и в локальных областях самого кадра, поэтому снимок видеоряда приходится еще и сегментировать. Таким образом, методы поиска и идентификации особых точек на снимках видеоряда требуют дальнейшего совершенствования.

Для иерархической классификации морфологических образований на снимках видеоряда предложено использовать четырех уровневую структуру, на первом уровне которой осуществляют увеличение показателей однородности в семантически однородных сегментах, на втором уровне осуществляют каскадную сегментацию морфологически обработанного изображения, на третьем уровне идентифицируют области интереса (ROI), а на четвертом уровне классифицируют выбранные в интерактивном режиме ROI [2, 3, 4, 9, 10].

Автоматическая сегментация снимков с выделением ROI заключается в разбиении его на N однородных по яркости блоков посредством технологии «сверху-вниз», предусматривающей итерационный цикл разбиения изображения на однородные по яркости блоки, и слияние блоков в сегменты на основе анализа предикторов $P1$, характеризующих однородность объединяемых блоков, по технологии «снизу-вверх» [2, 3]. Для формирования изображения патологического морфологического образования на снимке для каждого из N полученных сегментов – объединенных блоков R_n , определяется предиктор $P2$ – вектор информативных признаков, и при выполнении условия $P2(R_n) = \text{TRUE}$, $n = 1, \dots, N$, для проверки которого предиктор $P2$ блока R_n анализируется обучаемым классификатором, а затем, по результатам классификации – бинаризуется. Критерий объединения смежных сегментов по технологии «снизу – вверх» состоит в проверке условия $P1(R_i \cup R_j) \leq (P1(R_i) \text{ AND } P1(R_j))$, $j = 1, \dots, q$; $q \neq j$, где R_i и R_j – смежные блоки, q – число смежных блоков на текущем уровне у блока R_i [2, 3].

Для поиска особых точек в выделенных областях ROI, предложено трансформировать исходное изображение в изображение критериев, после пороговой обработки которого осуществляют поиск координат блобов, используя скалярный критерий. С этой целью разработан метод трансформации исходного изображения в изображение критериев, заключающийся в определении корреляционных изображений, число которых соответствует числу пикселей

лей в исходном изображении. Корреляционное изображение определяется для каждого текущего пикселя исходного изображения путём его свёртки с ядром, с центром в текущем пикселе исходного изображения и весами, определяемыми пикселями исходного изображения, попавшими в ядро. Для каждого корреляционного изображения определяется скалярный критерий, который определяет величину пикселя изображения критериев в координате, определяемой индексом корреляционного изображения, на основе которого получен этот критерий. Скалярный критерий идентификации блока позволяет определять координаты особой точки на снимках [5, 11, 12, 13].

Для повышения точности определения координат блоков на снимках, видеоряда используется агрегированный блок, сформированный из трёх особых точек, являющихся координатами вершин треугольника. Для определения координат агрегированного блока предложен двухступенчатый алгоритм, на первой ступени которого определяются координаты особых точек, наиболее близкие координатам вершин агрегированного блока, а на второй ступени определяются координаты вершин треугольника, центр тяжести которого наиболее близок к центру тяжести агрегированного блока [5, 14].

В среде MATLAB осуществлено моделирование предложенных алгоритмов поиска особых точек. Алгоритмы показали свою работоспособность при высоком уровне помех, моделируемых на изображении посредством гауссова шума. Формирование агрегированного блока позволяет повысить точность определения координат входящих в него блоков.

Структура интеллектуальной системы классификации снимков видеоряда включает модуль формирования каскадных окон, модуль объединения каскадных окон, и модуль классификации и принятия решений, блок сегментации, построенный на основе процедуры формирования каскадного окна [2, 3], и реализует алгоритм модификации границы сегмента, построенный на основе критерия однородности изображения сегмента. В основу алгоритма положен нейросетевой классификатор текстурной неоднородности сегмента.

Модульная структура программного обеспечения для реализации четырехступенчатой модели классификатора снимков видеоряда, включает интерфейсные элементы, сервис ввода-вывода, модуль сегментации, контроллер задач, модуль формирования окон, модуль нейросетевого моделирования. Программное обеспечение апробировано на классификации рентгенограмм молочной железы по классам «нет области интереса» или «область интереса» и по классификации сегментов рентгенограмм молочной железы по классам «норма» и «патология» [3, 6]. Эксперименты на контрольных выборках при классификации рентгеновских снимков молочной железы показали диагностическую эффективность по классам рентгенограмм «нет области интереса» - «область интереса» не ниже 90%, а по классам сегментов «норма» - «патология» не ниже 91%.

Список литературы

1. Дабагов, А.Р. Автоматизированная система классификации рентгенограмм молочной железы / Дабагов А.Р., Горбунов В.А., Филист С.А., Малютина И.А., Кондрашов Д.С. // Медицинская техника. – 2019. – №6 (318). – С. 39-41.
2. Малютина, И.А. Методы и алгоритмы анализа рентгенограмм грудной клетки, использующие локальные окна в задачах обнаружения патологий / И.А. Малютина, А.А. Кузьмин, О.В. Шаталова // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2017. – №3(39). – С.131-138.
3. Филист, С.А. Метод каскадной сегментации рентгенограмм молочной железы / С.А. Филист, А.Р. Дабагов, Р.А. Томакова, И.А. Малютина, Д.С. Кондрашов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2019. – Т. 9, № 1. – С. 49-61. – URL: https://swsu.ru/izvestiya/seriesivt/archiv/1_2019.pdf.
4. Филист, С.А. Многослойные морфологические операторы для сегментации сложнотекстурируемых растровых полутоновых изображений / С.А. Филист, А.Р. Дабагов, Р.А. Томакова, И.А. Малютина, Д.С. Кондрашов // Известия Юго-Западного государственного

университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2019. – Т. 9, № 3. – С. 44-63. – URL: https://swsu.ru/izvestiya/seriesivt/archiv/3_2019.pdf.

5. Горбачев, И.Н. Методы и алгоритмы идентификации особых точек на снимках, полученных с бортового фото-видеорегастратора беспилотного летательного аппарата / И.Н. Горбачев, Р.А. Томакова, С.В. Коробков // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2025. – Т. 15, № 1. – С. 91–116.
6. Дабагов, А.Р. Автоматизированная система для классификации заболеваний молочной железы по рентгеновским маммографическим снимкам / А.Р. Дабагов, И.А. Малютина, Д.С. Кондрашов, В.В. Серебровский, М.Т. Шехине // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2019. – № 4. – С. 10-24. – URL: [https://hi-tech.asu.edu.ru/files/4\(48\)/10-24.pdf](https://hi-tech.asu.edu.ru/files/4(48)/10-24.pdf).
7. Filist, S.A. Classification of medical images based on the spectra of local windows / S.A. Filist, D.S. Kondrashov, A.A. Kuz'min, A.Yu. Sukhomlinov, Ch.Kh. Al-Darradzh // Biomedical engineering. – 2024. – Vol. 57, No. 5. – Pp. 321-324. – DOI: 10.1007/s10527-023-10324-5.
8. Филист, С.А. Автоматизированная система для классификации снимков видеопотоков / С.А. Филист, М.В. Шевцов, В.А. Белозеров, Д.С. Кондрашов, И.Н. Горбачев, Н.А. Корсунский // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2021. – Т. 11, № 4. – С. 85-105. – URL: https://swsu.ru/izvestiya/seriesivt/archiv/4_2021.pdf.
9. Филист, С.А. Автоматизированная система классификации снимков УЗИ поджелудочной железы на основе метода посегментного спектрального анализа / С.А. Филист, Д.С. Кондрашов, А.Ю. Сухомлинов, Л.В. Шульга, Ч.Х. Аль-Дарраджи, В.А. Белозёров // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2023. – Т. 11, № 4. – С. 1-19. – URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1302>. – DOI: 10.26102/2310-6018/2023.40.1.021.
10. Автоматизированная классификация абдоминальных ультразвуковых изображений поджелудочной железы на основе спектрального представления контуров ее границы / А.А. Кузьмин, А.Ю. Сухомлинов, Часиб Хасан Аль-Дарраджи, Р.А. Томакова // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2024. – Т. 14, № 1. – С. 67–87. doi: 10.21869/2223-1536-2024-14-1-67-87.
11. Kuzmin, A. Two-Dimensional Walsh Spectral Transform in Problems of Automated Analysis of Ultrasound Images / A.Kuzmin, Al-Darraj C., A.Sukhomlinov, S.Filist // Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. – 2023. – Vol. 1909. – Pp. 467-477. doi: 10.1007/978-3-031-44615-3_32.
12. Кузьмин, А.А. Метод двойного спектрального сканирования при определении границ артерий на снимках коронарной ангиографии [Электронный ресурс] / А.А. Кузьмин, А.Ю. Сухомлинов, С.А. Филист, И.А. Жилин // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2024. – Т. 16, № 4 (64). – С. 13-24. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_79709676_73076302.pdf.
13. Кузьмин, А.А. Моделирование рентгеноконтрастных ангиографических изображений для определения параметров сосудов методом двойного спектрального сканирования [Электронный ресурс] / А.А. Кузьмин, А.Ю. Сухомлинов, И.А. Жилин, С.А. Филист, С.В. Коробков, В.В. Серебровский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2025. – Т. 13, № 2. – С. 1-21. – DOI: 10.26102/2310-6018/2025.49.2.011. – URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1871>.
14. Филист, С.А. Интеллектуальная система обработки изображений, получаемых с беспилотных летательных аппаратов / С.А. Филист, Р.А. Томакова, И.Н. Горбачев [и др.] // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2022. – Т. 12, № 4. – С. 64-85. DOI: <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2022-12-4-64-85>.

НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНИ ЛЕГКИХ

Корневский Н.А., Васильев А.В.

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

Научный руководитель – д.т.н., профессор Корневский Н.А.

Актуальность. По данным всемирной организации здравоохранения, в настоящее время хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) является 4-й лидирующей причиной смерти в мире. Ежегодно от ХОБЛ умирает около 2,75 миллионов человек, что составляет 4,8% всех причин смерти.

По данным [1] если летальность от сердечно-сосудистых заболеваний в целом и от инсульта снизились на 19,9% и 6,9% соответственно, то летальность от ХОБЛ выросла на 25,5%. Особенно выраженный рост смертности от ХОБЛ отмечается среди женщин. Предикторами летальности больных ХОБЛ служат такие факторы, как тяжесть бронхиальной обструкции, питательный статус (индекс массы тела), физическая выносливость по данным теста с 6-минутной ходьбой и выраженность одышки, частота и тяжесть обострений, легочная гипертензия. Основные причины смерти больных ХОБЛ - дыхательная недостаточность, рак легкого, сердечно-сосудистые заболевания и опухоли иной локализации [1,7,8]. С учетом сказанного задача своевременного обнаружения рисков, приводящих к появлению и развитию ХОБЛ является актуальной и своевременной. Одним из путей решения этой задачи является использование современных информационных и интеллектуальных технологий и в частности методологии синтеза гибридных нечетких решающих правил (МСГНРИП) разработанной на кафедре биомедицинской инженерии ЮЗГУ [2,3,4,5,6].

Цель исследования – разработка нечеткой модели прогнозирования хронической обструктивной болезни легких.

Материалы и методы исследования. На первом этапе синтеза искомого прогностического решающего правила определялся состав информативных признаков в который были включены балльная шкала ХБ стандартного тестового опросника ХОБЛ, отношение Д=ФЖЕЛ/ОФВ1, наличие сердечно-сосудистых заболеваний (С), показатель (Z) характеризующий работу антиоксидантной системы. На втором этапе синтеза используя информативные признаки как базовые переменные был получен набор функций принадлежности к классу к классу высокий риск появления ХОБЛ (класс $\omega_{ХБ}$):

$$\mu_{ХБ}(ХБ) = \begin{cases} 0, & \text{если } ХБ < 14; \\ 0,033(ХБ - 14)^2, & \text{если } 14 \leq ХБ < 17; \\ 0,6 - 0,033(ХБ - 20)^2, & \text{если } 17 \leq ХБ < 20; \\ 0,6, & \text{если } ХБ \geq 20, \\ 0,5 & \text{если } Д < 0,56; \end{cases}$$

$$\mu_{ХБ}(Д) = \begin{cases} 0,5 - 6,25(Д - 0,56)^2, & \text{если } 0,56 \leq Д < 0,76; \\ 6,25(Д - 0,96)^2, & \text{если } 0,76 \leq Д < 0,96; \\ 0, & \text{если } Д \geq 0,96, \end{cases}$$

$$\mu_{ХБ}(С) = \begin{cases} 0, & \text{если } С = 0; \\ 0,25, & \text{если } С = 1, \end{cases}$$

$$\mu_{ХБ}(Z) = \begin{cases} 0, & \text{если } Z < 0,15; \\ 4(Z - 0,15)^2, & \text{если } 0,15 \leq Z < 0,4; \\ 0,5 - 4(Z - 0,65)^2, & \text{если } 0,4 \leq Z < 0,65; \\ 0,5, & \text{если } Z \geq 0,65. \end{cases}$$

По мнению экспертов каждый из анализируемых показателей ХБ, Д, С и Z при своих ненулевых значениях добавляет свою долю уверенности в наличии класса $\omega_{ХБ}$. Поэтому в качестве агрегатора для показателя оценки уверенности в наличии ХОБЛ $UW_{ХБ1}$ в соответствии с рекомендациями [5,6] была выбрана модификация формулы Е. Шортлифа вида:

$$UW_{ХБ1}(q+1) = UW_{ХБ1}(q) + R_{q+1}[1 - UW_{ХБ1}(q)], \quad (1)$$

где $UW_{ХБ1}(1) = \mu_{ХБ}(ХБ) = R_1$; $R_2 = \mu_{ХБ}(Д)$; $R_3 = \mu_{ХБ}(С)$; $R_4 = \mu_{ХБ}(Z)$.

Результаты исследования. Экспертная оценка качества работы модели (1) показала, что мера доверия, рассчитанная по наибольшим значениям рисков, превышает величину 0,92, а мера доверия по средним значениям функций принадлежности к классу $\omega_{ХБ}$ превышает величину 0,86, что является хорошим результатом для медицинских прогностических задач. Для дополнительной оценки качества работы прогностической модели (1) проводились статистические испытания на репрезентативных контрольных выборках с расчетом таких показателей качества как диагностическая чувствительность (ДЧ), специфичность (ДС), эффективность (ДЭ) и прогностические значимости положительных (ПЗ+) и отрицательных (ПЗ-) результатов. Анализ полученных результатов показывает, что статистические испытания предложенного решающего правила по всем показателям превышают значение 0,87. Это позволяет рекомендовать полученные наборы решающих правил к использованию в медицинской практике.

Список литературы

1. Клинические рекомендации. Хроническая обструктивная болезнь легких. URL: https://spulmo.ru/upload/kr/HOBL_2023_draft.pdf.
2. Корневский, Н.А. Использование нечеткой логики принятия решений для медицинских экспертных систем. / Н.А. Корневский // Медицинская техника, 2015, №1 (289) С. 33-35.
3. Корневский Н.А. Методология синтеза гибридных нечетких решающих правил для медицинских интеллектуальных систем поддержки принятия решений: монография / Н.А. Корневский, С.Н. Родионова, И.И. Хрипина. – Старый Оскол: ТНТ, 2019. – 472.
4. Корневский, Н.А. Метод синтеза гетерогенных нечетких правил для анализа и управления состоянием биотехнических систем. Известия ЮгоЗападного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. - 2013. - №2. - С.99-103.
5. Корневский Н.А. Оценка и управление состоянием здоровья обучающихся на основе гибридных интеллектуальных технологий: монография / А.Н. Шуткин, С.А. Горбатенко, В.И. Серебровский. – Старый Оскол: ТНТ, 2016. – 472 с.
6. Корневский, Н.А. Синтез коллективов гибридных нечетких моделей оценки состояния сложных систем / Н.А. Корневский, К.В. Разумова // Научные технологии. – 2014. Т. 15. №12. – 31-40.
7. . Малявин А.Г., Мартынов А.И., Адашева Т.В., Бабак С.Л. Диагностика и лечение пациентов с хронической обструктивной болезнью легких и хронической сердечной недостаточностью. Клинические рекомендации. Терапия 2019; 5(31) Приложение:59-100/
8. Окорочков, А. Н. Хроническая обструктивная болезнь легких : практическое пособие / А. Н. Окорочков, И. И. Бураков. – Минск : Высшая школа, 2024. – 110 с.

ОЦЕНКА ПОЧЕЧНОГО КРОВОТОКА У БЕРЕМЕННЫХ С ПИЕЛОНЕФРИТОМ

Пугжлиис А.В., Холименко И.М.

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

Научный руководитель – д.м.н., профессор Серегин С.П.

Актуальность. Мочекаменная болезнь (МКБ) занимает ведущее место среди всех урологических заболеваний после инфекционно-воспалительных [1]. Проблема МКБ сохраняет свою актуальность в связи с неуклонным ростом заболеваемости. Пациенты с МКБ составляют от 30% до 45% пациентов урологических стационаров, и до 60% пациентов урологических отделений. Нередко данное заболевание проявляется или впервые возникает именно во время беременности. По данным разных авторов, формирование конкрементов в почках начинается до наступления беременности, а дебют МКБ возникает в I или III триместре в виде острого обструктивного пиелонефрита или почечной колики [1, 2, 3].

Пиелонефрит – воспалительный процесс в почке с поражением интерстициальной ткани, появляющийся ввиду бактериальной инфекции неспецифического характера, с вовлечением в этот процесс чашечно-лоханочной системы почек [2]. Так же стоит отметить, что пиелонефрит является самым часто встречаемым заболеванием почек у беременных. Воспалительный процесс может проявляться на всех этапах гестационного периода. Основными факторами риска возникновения пиелонефрита являются инфекционный очаг в организме и нарушение уродинамики мочевыводящих путей [2]. Редко пиелонефрит у беременных может возникнуть гематогенным путем, с формированием мочеточникового рефлюкса. Немаловажно отметить, что существует тесная нейрогенная связь между верхним отделом мочевыводящих путей и сосудами почек, поэтому нарушения оттока мочи на фоне развития воспаления приводят к выраженным гемодинамическим нарушениям почечных сосудов [2, 4].

Применение доплерографического метода исследования является высокоинформативным, безопасным, доступным и неинвазивным методом диагностики, позволяющим оценить степень нарушения микроциркуляции почки для диагностики нарушения почечной гемодинамики у беременных с МКБ и пиелонефритом [2, 3, 4, 7, 8].

Цель исследования – выявление особенности гемодинамики почек у беременных с хроническим пиелонефритом и МКБ.

Материалы и методы исследования. Обследовано 28 пациенток с МКБ и обострением хронического пиелонефрита, находящихся на лечении в урологическом отделении ОБУЗ КОМКБ в 2023-2024 гг., с отсутствием сахарного диабета, со сроком беременности 17-37 недель, возраст от 20 до 38 лет. Критерием исключения из исследования являлся сахарный диабет. Ультразвуковое исследование выполнялось на аппарате Samsung HS70Rus с использованием конвексного датчика C1-5-D, в положении пациентов в положении на боку и на спине, с наблюдением полипозиционной для получения достоверной оценки в В-режиме паренхимы, чашечно-лоханочной системы, расположения почечных сосудов, состояния паранефральной клетчатки.

Допплерографические показатели кровотока регистрировались на уровне проксимального отдела почечных артерий, сегментарных, дуговых и междольковых артерий, оценивались такие показатели, как индекс резистентности (IR), систоло-диастолическое соотношение (S/D), пиковые систолические скорости кровотока (PSV) [4, 5, 7, 9].

Результаты исследования. Среди обследованных пациенток 53,6% находились в возрасте 23-32 года, 46,4% – старше 36 лет. Соотношение впервые беременных и повторно беременных женщин было примерно одинаковым и равно 41% и 46% соответственно. По анамнестическим данным, у 20% женщин был установлен диагноз пиелонефрит, у 41% признаки пиелонефрита были выявлены впервые (по лабораторным данным отмечались лейкоцитурия, бактериурия, эритроцитурия), и у 39% беременных в анамнезе был диагноз МКБ.

У большей части обследуемых больных явления пиелонефрита были обнаружены во II и III триместрах беременности, у пяти пациенток проявления ИМП были зафиксированы в

сроки 9-13 недель, по данным анамнеза, диагноз хронический пиелонефрит был установлен в детском возрасте. Пациентки с МКБ наблюдались на сроке 20-27 недель.

Эхографические данные, полученные при проведении исследования почек на этапе госпитализации (размеры почек, толщина паренхимы, оценка чашечно-лоханочной системы) оказались малоинформативны для диагностики пиелонефрита, но показательны с МКБ, поэтому на этапе стационарного лечения была проведена динамическая оценка почечного кровотока всем категориям пациенток.

При динамическом наблюдении пациенток из представленных групп, отмечается выраженное повышение показателей почечного кровотока в обеих группах на всех уровнях кровоснабжения почки. Наиболее высокий показатель зарегистрирован у пациенток с пиелонефритом, причем на уровне междольковых артерий в 1-е сутки ($IR\ 0,81\pm0,01$), у пациенток с МКБ данный показатель составил $0,78\pm0,01$. Примечательно, что на 3 сутки у беременных с пиелонефритом наиболее высокий уровень гемодинамики был зарегистрирован в сегментарной артерии ($IR\ 0,85\pm0,01$), в то время как у пациенток с МКБ показатели были одинаковы на всех уровнях почечных артерий ($IR\ 0,71\pm0,03$, $IR\ 0,70\pm0,01$, $IR\ 0,72\pm0,01$, $IR\ 0,71\pm0,01$ на уровне проксимальной, сегментарной, дуговой, междольковой артерии соответственно). На 5 сутки отмечалось стойкое снижение показателей почечной гемодинамики в обеих группах, однако у группы беременных с пиелонефритом зарегистрирован стабильно высокий показатель на уровне междольковых артерий ($IR\ 0,77\pm0,03$ на 3 сутки и $IR\ 0,74\pm0,01$ на 5 сутки).

Также следует отметить, что индекс резистентности кровотока в почечных артериях выше у пациенток с пиелонефритом, причем на уровне междольковых артерий. У пациенток с МКБ данные показатели находятся на примерно одинаковом уровне.

По полученным нами данным, можно сделать вывод, что данные доплерографии в динамике нормализуются в обеих группах, однако при диагнозе пиелонефрита показатели более высокие на уровне междольковых артерий, у пациенток с МКБ отмечается одинаковые показатели на всех уровнях артерий.

У пациентов первой группы нарушения гемодинамики были более выраженные, причем рост показателей отмечался на уровне сегментарных и междольковых артерий. Во второй же группе гемодинамические показатели возрастали равномерно, IR был максимальным на 3 сутки.

Выводы. Таким образом, проведенное нами исследование свидетельствует о том, что у беременных отмечаются выраженные нарушения почечной гемодинамики. Ультразвуковая доплерография является достоверным неинвазивным и доступным методом оценки динамической оценки почечной гемодинамики при МКБ и инфекционно-воспалительных заболеваниях почек. Информативными показателями являются показатели индекса резистентности, особенно в междольковых артериях. Изменения почечной гемодинамики помогают оценивать динамику заболевания, а также оценивать эффективность назначенной терапии.

Список литературы

1. Заболеваемость мочекаменной болезнью в Российской Федерации с 2005 по 2020 гг. / А.Д. Каприн, О.И. Аполихина, А.В. Сивков [и др.] // Экспериментальная и клиническая урология – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 10-17.
2. Допплерометрическая оценка почечного кровотока у беременных с пиелонефритом / А.М. Худовекова, С.В. Нагорнева, В.С. Прохорова [и др.] // Журнал акушерства и женских болезней. – 2018. – Т. 67, № 4. – С. 30-33.
3. Внутрпочечный кровоток у здоровых беременных по данным дуплексного сканирования с цветовым доплеровским картированием / И.В. Верзакова, М.А. Сетоян // Казанский медицинский журнал. – 2010. – Т. 91, № 1. – С. 48–51.
4. Роль ультрасонографии в диагностике мочекаменной болезни / М.Л. Чехонацкая, Н.В. Скворцова, О.А. Кондратьева [и др.] // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2011. – № 7. – С. 99-102.

5. Ультразвуковое исследование в урологии и нефрологии. Монография. 2-е изд., испр. / С.В. Капустин, Р. Оуен, С.И. Пиманов. – М.: Умный доктор, 2018. – 176с.
6. Основы ультразвукового исследования сосудов / В.П. Куликов. – М.: Издательский дом Видар, 2015. – 392с.
7. Дифференцированный подход к оценке почечного повреждения у больных мочекаменной болезнью с помощью неинвазивных маркеров / А.Н. Россоловский, П.В. Глыбочко, В.М. Попков [и др.] // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2010. – Т. 6, № 3. – С. 708–715.
8. Допплерография почек в условиях хронической обструкции верхних мочевых путей / Ю.Г. Аляев // Врач. – 2006. – № 7. – С. 60–61.
9. Прошлое, настоящее и будущее ультразвуковой диагностики в урологии / А. В. Амосов // Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2015. – Т.5, №2. – С. 80-81.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РИСКА БЕЗБОЛЕВОЙ ИШЕМИИ МИОКАРДА

Родионова С.Н.¹, Шульцев А.А.¹, Скиданчук М.В.²

¹ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

²Филиал №3 ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневского» Минобороны России, Москва, Россия

Научный руководитель – к.т.н., доцент Родионова С.Н.

Актуальность. Заболевания сердечно-сосудистой системы (ССС) являются основной причиной смерти не только в развитых странах, но и в мире в целом, и составляют около 30% от общей смертности. В России число больных составляет 30–40 тыс. человек на 1 млн. населения. Приблизительно в 50% случаев первым клиническим проявлением заболевания является инфаркт миокарда (ИМ) или внезапная сердечная смерть (ВСС). Ежегодно в России умирают от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) более 1 миллиона человек. Ранняя и своевременная диагностика ишемической болезни сердца (ИБС) является стратегической задачей, клинической, социальной и экономической проблемой [1,2,3].

Среди всех форм ИБС особое место занимает безболевая ишемия миокарда (ББИМ) (“тихая”, “немая”, *silent ischemia*). При ББИМ развиваются эпизоды транзиторной кратковременной ишемии сердечной мышцы, с возникновением изменений метаболизма, сократительной функции или электрической активности миокарда. Они объективно выявляются с помощью некоторых инструментальных методов исследования, но не сопровождаются приступами стенокардии или её эквивалентами (одышкой, аритмией и другими неприятными ощущениями), возникающими при физической нагрузке. ББИМ может развиваться двумя основными путями: из-за первично повышенной потребности миокарда в кислороде либо в результате снижения доставки его к миокарду. У части больных имеется сочетание этих двух патогенетических механизмов [1,2]. При этом опасность пропуска ББИМ определяется тем, что почти у половины больных ИБС с эпизодами ББИМ в дальнейшем развиваются стенокардия, инфаркт миокарда (ИМ) или наступает внезапная смерть [1,2].

Цель исследования – разработка математической модели оценки риска безболевой ишемии миокарда.

Материалы и методы исследования. Проведенные нами исследования показали, что одним из путей повышения качества ведения пациентов с ББИМ является её качественная и своевременная диагностика, реализуемая с использованием современных информационных и интеллектуальных технологий и в частности при использовании методологии синтеза гибридных нечетких решающих правил (МСГНРП) разработанной на кафедре биомедицинской инженерии ЮЗГУ [4,5,6,7,8,9,10,11].

В данной работе предлагается математическая модель оценка степени риска ББИМ, основанная на использовании нечеткой модели прогнозирования появления и развития ИБС, полученной в работах [8,9,11]. В данной работе показатель уверенности в риске появления и развития ИБС определен как информативный признак $u_1 = UPZ_{ИБС}$ в задаче оценки степени

риска ББИМ. В качестве других факторов риска эксперты выбрали следующий набор показателей: индикатор ишемии по смещению сегмента ST на стандартной ЭКГ в состоянии покоя или при Холтеровском мониторировании $-y_2$; больные, перенесшие ИМ- y_3 ; больные с сочетанием ИБС и артериальной гипертензии (АГ) $-y_4$; больные с сахарным диабетом (СД) $-y_5$; больные с сочетанием ИБС и хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) $-y_6$; профессиональные группы лиц высокого риска — водители транспорта, пилоты, хирурги и др. (люди с повышенной эмоциональной и физической нагрузкой) $-y_7$.

В рамках выбранной методологии для синтеза нечеткой модели оценки степени риска ББИМ был получен набор функций принадлежности $\mu_B(y_r)$ к классу высокий риск безболевой ИБС (ω_B) по показателям y_r ($r=1, \dots, 7$) которые строились аналогично функциям принадлежности к классу высокий риск ИБС описанным в работе [8] при условии отсутствия ощущений аналогичных классической ИБС сопровождающейся приступами стенокардии или её эквивалентами (одышкой, аритмией и другими неприятными ощущениями), возникающими при физической нагрузке.

При выборе функции агрегации полученных функций принадлежности эксперты исходили из того, что наличие каждого из информативных признаков увеличивает степень риска ББИМ. В этих условиях в работах [4,5,7] рекомендуется использовать модифицированную накопительную формулу Е. Шортлифа в соответствии с которой уверенность в наличии ББИМ $UB_{БИ}$ вычисляется по формуле:

$$UB_{БИ}(r+1) = UB_{БИ}(r) + \mu_B(y_{r+1}) [1 - UB_{БИ}(r)]. \quad (1)$$

При превышении $UB_{БИ}$ заданного экспертами порога принимается решение о высокой уверенности в ББИМ с переходом на специальные методы исследования принятые в традиционной медицинской практике

Результаты исследования. В ходе проведенных исследований было показано, что уверенность в правильном прогнозе превышает величину 0,85, что является хорошим результатом для медицинских прогностических задач. Для дополнительной оценки качества работы прогностической модели (1) в клиниках города Курска было отобрано 95 больных с установленным диагнозом ББИМ и 100 человек альтернативного класса практически здоровых людей. Используя показатель $UB_{БИ}$, как шкалу для построения гистограмм распределения классов здоровых и ББИМ, был определен классификационный порог, позволивший решать задачу дефазификации нечеткого решающего правила. Относительно порога дефазификации считалась ошибка классификации и определялись такие показатели качества как диагностические чувствительность (ДЧ), специфичность (ДС), эффективность (ДЭ) и прогностические значимости положительных (ПЗ+) и отрицательных (ПЗ-) результатов. Анализ полученных результатов показывает, что статистические испытания предложенного решающего правила дают несколько более значимые результаты (не ниже 0,89), чем результаты, полученные экспертным путем, что свидетельствует о хорошей работе экспертов. Это позволяет рекомендовать полученные наборы решающих правил к использованию в медицинской практике.

Список литературы

1. Абдрахманова А.И. Безболевая ишемия миокарда (обзор литературы)/ А.И. Абдрахманова, Н.Б. Амиров, Г.Б. Сайфуллина. // Вестник современной клинической медицины. 2015. № 6. С. 103 – 115.
2. Абдрахманова А.И. Особая форма ишемической болезни сердца. Безболевая ишемия миокарда: учебное пособие / А.И. Абдрахманова, Ю.В. Ослопова, Н.Б. Амиров, Г.Б. Сайфуллина. —Казань: Казан. ун-т, 2017. – 107 с.
3. Вежиньска, Б. Значение суточного холтеровского мониторирования ЭКГ в оценке безболевых эпизодов снижения сегмента ST у больных ИБС/Б.Вежиньска// Кардиология. – 1990. –Т.30. - №4. – С. 57-60.

4. Корневский, Н.А. Использование нечеткой логики принятия решений для медицинских экспертных систем. / Н.А. Корневский // Медицинская техника, 2015, №1 (289) С. 33-35.
5. Корневский Н.А. Методология синтеза гибридных нечетких решающих правил для медицинских интеллектуальных систем поддержки принятия решений: монография / Н.А. Корневский, С.Н. Родионова, И.И. Хрипина. – Старый Оскол: ТНТ, 2019. – 472.
6. Корневский, Н.А. Метод синтеза гетерогенных нечетких правил для анализа и управления состоянием биотехнических систем. Известия ЮгоЗападного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. - 2013. - №2. - С.99-103.
7. Корневский Н.А. Оценка и управление состоянием здоровья обучающихся на основе гибридных интеллектуальных технологий: монография / А.Н. Шуткин, С.А. Горбатенко, В.И. Серебровский. – Старый Оскол: ТНТ, 2016. – 472 с.
8. Корневский Н.А. Прогнозирование появления и развития ишемической болезни сердца у инженерно- технического персонала на основе нечетких гибридных моделей/ Н.А. Корневский, Р.И. Сафронов, С.Н. Родионова, Н.А. Милостная, К.В. Разумова // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. Том 23. № 4. 2024. С148-157.
9. Корневский Н.А. Прогнозирование рецидивов инфаркта миокарда на основе нечетких моделей Е.Шортлифа с использованием электрических характеристик биологически активных точек /Корневский Н.А., Серегин С.П., Иванов В.А., Колесник А.И., Сиплиный Г.В., Макконен К.Ф., Дмитриева В.В., Кича Д.И., Зубарев Д.А.. – Медицинская техника. - №1. – 2018. – С.50-53.
10. Корневский, Н.А. Синтез коллективов гибридных нечетких моделей оценки состояния сложных систем / Н.А. Корневский, К.В. Разумова // Научные технологии. – 2014. Т. 15. №12. – 31-40.
11. Серегин С.П. Математические модели прогнозирования и профилактики рецидивов инфаркта миокарда в реабилитационном периоде: монография / С.П. Серегин, О.М. Воробьева, С.Н. Корневская [и др.]; под науч. ред. д-ра техн. наук, проф. Н.А. Корневского; Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск, 2015. – 166 с.

БИОИМПЕДАНСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Корсунский Н.А., Лях А.В., Старцев Е.А.

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

Курск, Россия

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Воронеж, Россия

Научный руководитель – д.т.н., доцент Шаталова О.В.

Заболевания органов дыхания остаются ведущей причиной заболеваемости и смертности во всем мире [1,2]. Особенно важной задачей является раннее выявление вирусной пневмонии и её дифференциация от ОРВИ. Стандартные методы визуализации, такие как рентгенография и компьютерная томография, информативны, но сопряжены с лучевой нагрузкой и ограниченной доступностью для частого применения [3]. Альтернативой является биоимпедансная спектроскопия (БИС), основанная на измерении электрических свойств тканей. Применение алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ) позволяет автоматизировать интерпретацию данных и повысить точность диагностики [4, 5].

Исследования выполнялись с применением многочастотной БИС. Использовались восемь квазиортогональных отведений, что позволило регистрировать амплитудно-фазово-частотные характеристики (АФЧХ) и формировать векторы признаков.

Формирование дескрипторов проводилось путём разбиения частотного диапазона на поддиапазоны и вычисления медианных значений. Полученные данные использовались для

обучения гибридного классификатора, состоящего из нескольких модулей нейросетевого анализа и агрегатора решений.

На рисунке 1 представлена топология размещения электродов, используемая в исследовании.

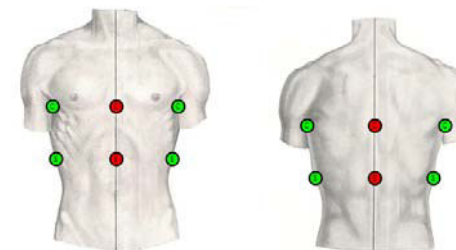


Рисунок 1. Топология размещения электродов при проведении биоимпедансных исследований

После изучения АФЧХ биоимпеданса для реальной части АФЧХ было установлено, что разумно разделить амплитудный диапазон $Re(m)$ на шесть поддиапазонов (рисунок 2) [6, 7].

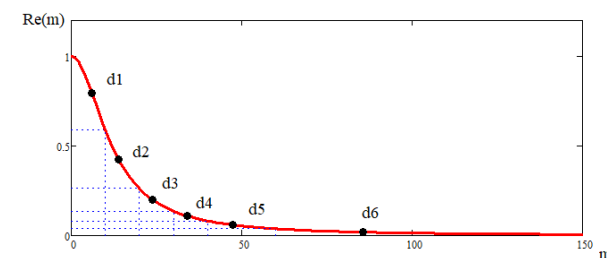


Рисунок 2. Пример формирования вектора информативных признаков по фактической части биоимпеданса

Для проведения исследований был создан специализированный измерительный комплекс. Его основу составляет модуль сбора данных E20-10 (L-Card), включающий высокоскоростной АЦП и ЦАП. К модулю подключается разработанный 8-канальный мультиплексор, обеспечивающий коммутацию сигналов от различных пар электродов без необходимости их перестановки [8].

На рисунке 3 приведена структурная схема прибора, включающего модуль сбора данных, преобразователь ток–напряжение и блок связи с биологическим объектом.

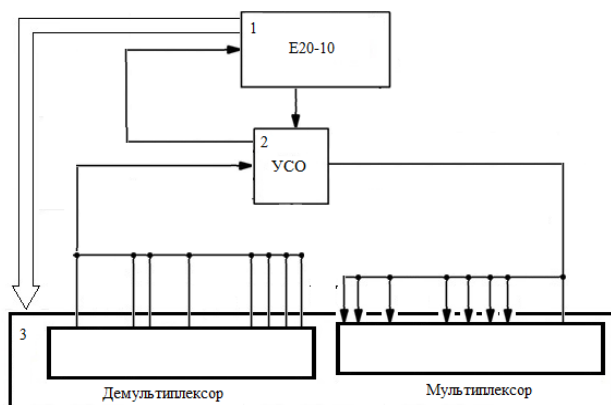


Рисунок 3 – Структурная схема прибора для биоимпедансной спектроскопии

Для расширения возможностей применялся мультиплексор, основанный на аналоговых ключах [9, 10].

Классификатор медицинского риска имеет трехуровневую иерархическую структуру (рисунок 4). На первом уровне имеем 16 слабых классификаторов (NET1...NET16), соответствующих 16 отведениям, которые могут быть получены посредством восьми электродов с топологией, представленной на рисунке 1. На втором иерархическом уровне имеем четыре слабых классификатора, которые объединяют решения классификаторов первого уровня, работающих с дескрипторами, полученными на отведениях, лежащих в одних и тех же плоскостях. Всего имеем четыре плоскости, в которых формируются отведения. В первых двух (горизонтальные плоскости, рисунок 1) имеем по шесть отведений, а последних двух - вертикальные плоскости) имеем по два отведения. В каждом отведении определяются по шесть дескрипторов для мнимой и действительных частей графика Коула, соответственно, (рисунок 2) [5, 6, 7].

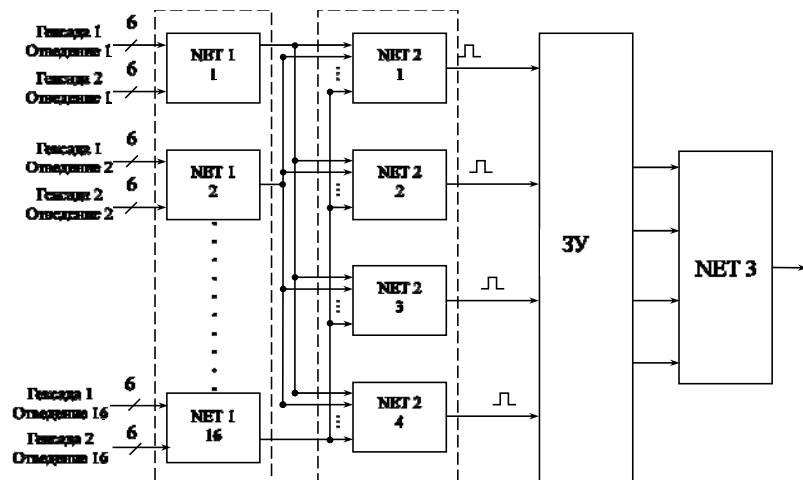


Рисунок 4 – Структурная схема классификатора

Каждый классификатор первого уровня настраивается автономно по соответствующему набору данных. Агрегатор NET 3 построен на основе полносвязной нейронной сети. Для его обучения используются результаты классификации данных, поступающих с выходов классификаторов второго уровня (NET 2) [11]. Учитывая, что отведения формируются последовательно во времени, решения классификаторов второго уровня хранятся в запоминающем устройстве (ЗУ).

Клинические испытания проводились на трёх группах пациентов: с вирусной пневмонией, с ОРВИ и здоровыми добровольцами. Результаты показали выраженные отличия между группами. Чувствительность метода составила до 91%, специфичность – до 89%.

Список литературы

1. Биоимпедансная спектроскопия в классификаторах функционального состояния органов и систем человека, построенных на основе гибридных технологий искусственного интеллекта / О.В. Шаталова, А.В. Серебровский, Н.С. Стадниченко, А.Ю. Новоселов, А.В. Лях // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2023. Т. 22, № 2. С. 100-113. <https://doi.org/10.36622/VSTU.2023.22.2.015>.
2. Модели импеданса биоматериала для формирования дескрипторов в интеллектуальных системах диагностики инфекционных заболеваний/ А. В. Мирошников, Н.С. Стадниченко, О.В. Шаталова, С.А. Филист // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2020. Т. 8, № 4 (31). С. 1–14. <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2020.31.4.018>.
3. Торнуев Ю. В., Непомящих Д. Л., Никитюк Д. Б. и др. Диагностические возможности неинвазивной биоимпедансометрии // Фундаментальные исследования = Fundamental Research. 2014. № 10-4. С. 782-788.
4. Мультимодальный классификатор медицинского риска на основе многоэлектродного биоимпедансного преобразователя / А.В. Серебровский, Н.А. Корсунский, А.В. Лях, В.Н. Мишустин, О.В. Шаталова, Л.В. Шульга // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2024. Т. 14, № 3. С. 121–143. <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2024-14-3-121-143>.
5. Классификации биологических объектов на основе многомерного биоимпедансного анализа / А.В. Мирошников, О.В. Шаталова, Н.С. Стадниченко, Л.В. Шульга // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2020. Т. 10, № 3/4. С. 29-49.
6. Технологии биоимпедансной спектроскопии в системах поддержки принятия решений при диагностике социально значимых заболеваний / О.В. Шаталова, Н.С. Стадниченко, М.А. Ефремов, И.А. Башмакова, А.В. Лях, А.В. Серебровский // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2023. Т. 13, № 4. - С. 148–174. <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2023-13-4-148-174>.
7. Серебровский А. В., Корсунский Н. А., Лях А. В., Халин И. А., Шаталова О. В. Мульти-модальный классификатор медицинского риска на основе биоимпедансного анализа [Multimodal medical risk classifier based on bioimpedance analysis] // Нейроинформатика, её приложения и анализ данных: материалы XXXII Всероссийского семинара. Красноярск: Институт вычислительного моделирования СО РАН, 2024. - С. 90-100.
8. Суржикова, С.Е. Программно-аппаратный комплекс для анализа вольтамперных характеристик биоактивных точек на основе модуля L-CARD E20-10 [Электронный ресурс] / С.Е. Суржикова, О.В. Шаталова, В.В. Федянин // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии – 2015. – № 2 (30). – С. 150-161.
9. Mornsun Power. E05_S-1WR3 Series DC/DC Converter Datasheet. Mornsun, 2022. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mornsun-power.com>
10. Advanced Monolithic Systems. AMS1117 Series Datasheet. AMS, 2017. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.advanced-monolithic.com/pdf/ds1117.pdf>

11. Пат. 2834149 Российская Федерация, МПК А 61 В 5/0531, G 06 F 18/24, G 06 N 3/02. Способ определения риска рака молочной железы на основе спектроскопии биоимпеданса и с учетом анизотропии биоматериала / Филист С.А., Серебровский А.В., Кузьмин А.А., Шаталова О.В., Халин И.А., Лях А.В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет». - № 2024113732; заявл. 21.05.2024; опублик. 03.02.2025, Бюл. № 4. – 21 с.: ил.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЗАЩИТЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Родионова С.Н.

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

Актуальность. Защита организма от воздействия внешних и внутренних факторов является одной из важнейших функций, от которой зависит его выживаемость и состояние здоровья. Защитная функция организма имеет иерархическую структуру с множеством механизмов защиты как от неживых веществ (токсины, химикалии, инородные частицы, техногенные и экологические нагрузки и т. д.), так и от живых организмов (вирусы, бактерии, грибы, простейшие, гельминты). Она реализуется посредством гармоничного взаимодействия регуляторных систем: иммунной, эндокринной, нервной и исполнительных: сердечно-сосудистая, дыхательная, выделительная, опорно-двигательный аппарат, система крови.

Каждый человек обладает индивидуальными возможностями противостояния внутренним и внешним факторам способным как укрепить, так и разрушить его организм. Различные люди, имея различные по «мощности» механизмы защиты, имеют разную вероятность получить ту или иную патологию с различными условиями её протекания при одном и том же состоянии окружающей среды.

По современным представлениям защитная функция человека имеет сверхсложную, недостаточно хорошо изученную, структуру динамического типа, что не позволяет получать адекватные модели оценки уровня защиты организма (УЗО) с последующим синтезом моделей оценки состояния и управления здоровьем человека на уровне, отвечающим требованиям современной медицины.

Цель исследования – разработка математической модели оценки уровня защиты сердечно-сосудистой системы.

Материалы и методы исследования. Проведенные нами исследования показали, что одним из путей повышения качества ведения пациентов с ББИМ является её качественная и своевременная диагностика, реализуемая с использованием современных информационных и интеллектуальных технологий и в частности при использовании методологии синтеза гибридных нечетких решающих правил (МСГНРП) разработанной на кафедре биомедицинской инженерии ЮЗГУ [4,5,6,7,8,9,10,11].

В данной работе предлагается математическая модель оценки степени риска ББИМ, основанная на использовании нечеткой модели прогнозирования появления и развития ИБС, полученной в работах [8,9,11]. В данной работе показатель уверенности в риске появления и развития ИБС определен как информативный признак $y_1 = UPZ_{ИБС}$ в задаче оценки степени риска ББИМ. В качестве других факторов риска эксперты выбрали следующий набор показателей: индикатор ишемии по смещению сегмента ST на стандартной ЭКГ в состоянии покоя или при Холтеровском мониторинге $-y_2$; больные, перенесшие ИМ $-y_3$; больные с сочетанием ИБС и артериальной гипертензии (АГ) $-y_4$; больные с сахарным диабетом (СД) $-y_5$; больные с сочетанием ИБС и хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) $-y_6$; профессиональные группы лиц высокого риска — водители транспорта, пилоты, хирурги и др. (люди с повышенной эмоциональной и физической нагрузкой) $-y_7$.

В рамках выбранной методологии для синтеза нечеткой модели оценки степени риска ББИМ был получен набор функций принадлежности $\mu_B(y_r)$ к классу высокий риск безболе-

вой ИБС (ω_B) по показателям y_r ($r=1, \dots, 7$) которые строились аналогично функциям принадлежности к классу высокий риск ИБС описанным в работе [8] при условии отсутствия ощущений аналогичных классической ИБС сопровождающейся приступами стенокардии или её эквивалентами (одышкой, аритмией и другими неприятными ощущениями), возникающими при физической нагрузке.

При выборе функции агрегации полученных функций принадлежности эксперты исходили из того, что наличие каждого из информативных признаков увеличивает степень риска ББИМ. В этих условиях в работах [4,5,7] рекомендуется использовать модифицированную накопительную формулу Е. Шортлифа в соответствии с которой уверенность в наличии ББИМ $UB_{БИ}$ вычисляется по формуле:

$$UB_{БИ}(r+1) = UB_{БИ}(r) + \mu_B(y_{r+1}) [1 - UB_{БИ}(r)]. \quad (1)$$

При превышении $UB_{БИ}$ заданного экспертами порога принимается решение о высокой уверенности в ББИМ с переходом на специальные методы исследования принятые в традиционной медицинской практике

Результаты исследования. В ходе проведенных исследований было показано, что уверенность в правильном прогнозе превышает величину 0,85, что является хорошим результатом для медицинских прогностических задач. Для дополнительной оценки качества работы прогностической модели (1) в клиниках города Курска было отобрано 95 больных с установленным диагнозом ББИМ и 100 человек альтернативного класса практически здоровых людей. Используя показатель $UB_{БИ}$, как шкалу для построения гистограмм распределения классов здоровых и ББИМ, был определен классификационный порог, позволивший решать задачу дефазификации нечеткого решающего правила. Относительно порога дефазификации считалась ошибка классификации и определялись такие показатели качества как диагностические чувствительность (ДЧ), специфичность (ДС), эффективность (ДЭ) и прогностические значимости положительных (ПЗ+) и отрицательных (ПЗ-) результатов. Анализ полученных результатов показывает, что статистические испытания предложенного решающего правила дают несколько более значимые результаты (не ниже 0,89), чем результаты, полученные экспертным путем, что свидетельствует о хорошей работе экспертов. Это позволяет рекомендовать полученные наборы решающих правил к использованию в медицинской практике.

Список литературы

- Абдрахманова А.И. Безболевая ишемия миокарда (обзор литературы)/ А.И. Абдрахманова, Н.Б. Амиров, Г.Б. Сайфуллина. // Вестник современной клинической медицины. 2015. № 6. С. 103 – 115.
- Абдрахманова А.И. Особая форма ишемической болезни сердца. Безболевая ишемия миокарда: учебное пособие / А.И. Абдрахманова, Ю.В. Ослопова, Н.Б. Амиров, Г.Б. Сайфуллина. – Казань: Казан. ун-т, 2017. – 107 с.
- Вежиньска, Б. Значение суточного холтеровского мониторирования ЭКГ в оценке безболевых эпизодов снижения сегмента ST у больных ИБС/Б.Вежиньска// Кардиология. – 1990. – Т.30. – №4. – С. 57-60.
- Корневский, Н.А. Использование нечеткой логики принятия решений для медицинских экспертных систем. / Н.А. Корневский // Медицинская техника, 2015, №1 (289) С. 33-35.
- Корневский Н.А Методология синтеза гибридных нечетких решающих правил для медицинских интеллектуальных систем поддержки принятия решений: монография / Н.А. Корневский, С.Н. Родионова, И.И. Хрипина. – Старый Оскол: ТНТ, 2019. – 472.
- Корневский, Н.А. Метод синтеза гетерогенных нечетких правил для анализа и управления состоянием биотехнических систем. Известия ЮгоЗападного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2013. – №2. – С.99-103.

7. Корневский Н.А. Оценка и управление состоянием здоровья обучающихся на основе гибридных интеллектуальных технологий: монография / А.Н. Шуткин, С.А. Горбатенко, В.И. Серебровский. – Старый Оскол: ТНТ, 2016. – 472 с.
8. Корневский Н.А. Прогнозирование появления и развития ишемической болезни сердца у инженерно-технического персонала на основе нечетких гибридных моделей/ Н.А. Корневский, Р.И. Сафронов, С.Н. Родионова, Н.А. Милостная, К.В. Разумова // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. Том 23. № 4. 2024. С148-157.
9. Корневский Н.А. Прогнозирование рецидивов инфаркта миокарда на основе нечетких моделей Е.Шортлифа с использованием электрических характеристик биологически активных точек /Корневский Н.А., Серегин С.П., Иванов В.А., Колесник А.И., Сиплиный Г.В., Макконен К.Ф., Дмитриева В.В., Кича Д.И., Зубарев Д.А. – Медицинская техника. - №1. – 2018. – С.50-53.
10. Корневский, Н.А. Синтез коллективов гибридных нечетких моделей оценки состояния сложных систем / Н.А. Корневский, К.В. Разумова // Научные технологии. – 2014. Т. 15. №12. – 31-40.
11. Серегин С.П. Математические модели прогнозирования и профилактики рецидивов инфаркта миокарда в реабилитационном периоде: монография / С.П. Серегин, О.М. Воробьева, С.Н. Корневская [и др.]; под науч. ред. д-ра техн. наук, проф. Н.А. Корневского; Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск, 2015. – 166 с.

ОПТИМАЛЬНЫЙ ВЫБОР МЕДИЦИНСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Евстигнеева Е.П., Любавина М.А.

Тамбовский государственный технический университет

Кафедра «Биомедицинская техника»

Научный руководитель – к.т.н., доцент Фролова Т.А.

Актуальность. Обеспечение достойного медицинского обслуживания населения невозможно без комплексного технического оснащения медицинских учреждений медицинской техникой [1-4].

Это очень сложная задача, при решении которой надо обращаться к потребностям здравоохранения. Недостаточно обдуманый выбор изделия ведет к неверному использованию или к простоям, а как следствие – к пустой трате финансовых средств.

В настоящее время отсутствует унифицированный способ выбора медицинских изделий на этапе закупок. Не существует единой базы данных всех медицинских изделий, которая облегчила бы их выбор.

Выбор медицинского оборудования представляет собой сложную задачу, требующую учета множества факторов, включая клинические, экономические и технологические аспекты. В условиях постоянного развития медицинских технологий и растущих требований к качеству медицинских услуг, правильный выбор оборудования становится критически важным для обеспечения безопасности пациентов и эффективности лечения.

Цель исследования – предложение логистической последовательности при выборе медицинского оборудования.

Результаты исследования. Приобретение медицинского оборудования осуществляется поставщиками в строгом соответствии с регламентирующим документом – Постановлением Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2024 года № 1875, озаглавленным «О мерах по предоставлению национального режима при закупках продукции, работ и услуг для удовлетворения потребностей государства и муниципалитетов, а также отдельных категорий юридических лиц». Этот нормативный акт неразрывно сопряжен с классификационным перечнем товаров, работ и услуг (КТРУ).

Перед началом процедуры приобретения, поставщик предварительно согласовывает с клиентом ключевые технические спецификации требуемого устройства и доступный финансовый лимит. Затем специалист обращается к ресурсу федерального значения zakupki.gov.ru, последовательно открывая разделы «Каталог», «Медицинская техника» и подраздел «Клас-

сификация». Здесь находится перечень номенклатурной классификации видов медицинских приборов, предусмотренный соответствующим законом. Для точного подбора необходимого оснащения указывается особый числовой шифр товара, который уникален для каждой разновидности аппаратуры. Данный порядок способствует обеспечению точности идентификации приобретаемого оборудования и реализации принципов национальной преференции в сфере госзакупок (рис. 1).

Рисунок 1. Фрагмент окна поиска медицинских изделий с возможностью ввода кода вида

Исходя из заранее оговорённых характеристик и бюджета, определённых в ходе консультаций с потребителем, поставщик формирует три альтернативных варианта коммерческого предложения, ориентированных на удовлетворение предпочтений заказчика. Данные коммерческие предложения содержат детальное описание предлагаемого оборудования, включая технические параметры, стоимость и условия поставки.

После формирования необходимые документы рассылаются разным изготовителям медицинской техники для ознакомления и потенциального участия в конкурсных процедурах либо аналогичных мероприятиях по закупкам. Для идентификации отечественных производителей медицинского оборудования поставщики используют специализированный ресурс – Реестр российской промышленной продукции Министерства промышленности и торговли Российской Федерации (Минпромторг) (рис. 2). Данный реестр служит информационно-аналитической платформой, обеспечивающей доступ к перечню сертифицированных российских предприятий-производителей медицинских изделий и предоставляемых ими технических решений, что способствует поддержке отечественного производителя и выполнению требований импортозамещения в сфере здравоохранения.

Предприятие			Продукция					
Наименование	ИНН	ОГРН	Первичный регистрационный номер реестровой записи	Реестровый номер	Дата внесения в реестр	Срок действия	Фактическая дата прекращения действия реестровой записи	Наименование
q	q	q	q	q	q	q	q	q
ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "КРАСНОГОРСКИЙ ЗАВОД ИМ. С.А. ЗВЕРЕВА"	5024022985	1029002863247	401\2\2022	10345554	09.11.2022	08.11.2025		Лампа щелевая ЛС-01 "Зенит"
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ВЕСТМЕДГРУПП"	5027198526	1139027002967	214\1\2024	10522044	07.02.2024	06.02.2027		Лампа щелевая CADUCEUS EYESLIT LT

Рисунок 2. Фрагмент окна из реестра Минпромторга

Выводы. Данный метод обеспечивает рациональный отбор оптимального медицинского оборудования, соответствующего критериям высокого уровня эксплуатационных характеристик, функциональности и экономичности. Использование реестра промышленной продукции Министерства промышленности и торговли Российской Федерации является эффективным инструментом выявления потенциальных поставщиков отечественной медицинской техники, что содействует развитию локального производства высокотехнологичных медицинских устройств и реализации стратегии импортозамещения в области здравоохранения.

Список литературы

1. Фролова М.С., Фролов С.В. Оптимальный выбор изделия медицинской техники с использованием информационных систем в здравоохранении // Вестник ТГТУ. 2013. Том 19. № 3. С. 553-561.
2. Фролов С.В., Маковеев С.Н., Семенова С.В., Фареев С.Г. Современные тенденции развития рынка медицинских информационных систем // Вестник ТГТУ. 2010. Т.16. №2. С.266-272.
3. Фролова М.С., Фролов С.В. Оптимальный выбор изделия медицинской техники с использованием информационных систем в здравоохранении // Вестник ТГТУ. – 2013. – Т. 19(3). – С. 553-561.
4. Фролова Т.А., Фролова М.С., Толстухин И.А. Information models of a medical device for its evaluation // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2015. Том 21. №4. С.587-591.

СИСТЕМА НЕЧЕТКОГО ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ДИНАМИКИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ПАЦИЕНТОВ

Ермаков Д.А., Скворцов М.К., Фатиев Д.А.
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»
Курск, Россия
Научный руководитель – д.т.н., профессор Филист С.А.

Учитывая, что персонализированный подход к процессам лечения и реабилитации стал актуален, методы управления этими процедурами нуждаются в дальнейшем развитии. При этом в качестве основного инструментария управления используют биотехнические обратные связи по суррогатным маркерам, посредством которых осуществляется отрицательная обратная связь по терапевтическому воздействию на орган-мишень. Мониторинг изменения этих показателей позволяет управлять процедурой реабилитации или терапией посредством обучаемого классификатора функционального состояния (ФС) организма пациента или соответствующего органа или системы [1, 2, 3, 4, 5].

Существующие способы оценки ФС предполагают проведение комплекса функциональных проб и извлечение на их основе комплекта физиологических показателей с последующей их бальной оценкой на соответствующих шкалах. Однако определение количественной оценки ФС весьма сложно, поэтому часто для этих целей используют обучаемые классификаторы [6, 7, 8].

Для оценки ФС необходимо выбрать суррогатные маркеры, которые назовем факторами риска (ФР). Оценка ФС при этом характеризуется тем, что, во-первых, ФР сегментированы по группам, характеризующим источник данных, а, во-вторых, ФР можно разделить на изменяемые (демографические данные, анамнез и т.п.) и не изменяемые. Так как нас интересует только динамика ФС, то группы не изменяемых ФР рассматривать не будем.

Выделим две группы ФР, позволяющие оценить динамику ФС. Это, физикальные признаки и лабораторные признаки. Используя двадцати бальную шкалу риска, для каждой группы ФР запишем накопительную формулу для баллов риска в виде линейной модели:

$$y_1 = 20 \cdot KV_1^{\phi} + 20 \cdot KV_2^{\phi} + 20 \cdot KV_3^{\phi} + 15 \cdot KV_4^{\phi} + 10 \cdot KV_5^{\phi}; \quad (1)$$

$$y_2 = 30 \cdot KV_1^{\lambda} + 20 \cdot KV_2^{\lambda} + 20 \cdot KV_3^{\lambda} + 10 \cdot KV_4^{\lambda} + 10 \cdot KV_5^{\lambda} + 10 \cdot KV_6^{\lambda}. \quad (2)$$

Коэффициенты KV лежат в диапазоне от нуля до единицы и характеризуют уверенность в том, что соответствующий ФР достиг своего порогового значения, которое определяется по соответствующей шкале риска. Эти коэффициенты являются нечеткими числами и представляются функциями принадлежности, примеры графиков которых показаны на рисунке 1 (ФР физикальной группы).

Учитывая диапазон изменения KV , можно утверждать, что параметр y_1 изменяется от нуля до 85, а параметр y_2 – от нуля до 100. Если пронормировать эти параметры, то получим двумерное кластерное пространство в квадрате с координатами диагонали (0,0); (1,1). Учитывая, что координаты здорового пациента должны быть близки к точке (0,0), а координаты с тяжелой стадией ВБП к точке (1,1), то эффективность лечения в контрольной точке (КТ) можно оценить по изменению текущего состояния больного до точки (0,0) и до точки с координатами (1,1). Если не взвешивать параметры y_1 и y_2 , то эффективность лечения оценивают по координате пациента в пространстве этих признаков. На рисунке 2 в качестве примера представлены образы ФС одного и того же пациента в этом кластерном пространстве в контрольных точках $j-1$ и j .

В процессе лечения совокупность показателей физикальной группы и показатели лабораторной группы изменяются. Многократное определение расстояния диагностируемой точки от точек, соответствующих центрам кластеров, можно использовать для оценки эффективности проводимого лечения. Движение точки диагностируемого больного в сторону точки, соответствующей образу здоровых пациентов, то есть точки с координатами (0,0), говорит об эффективности лечения, и, наоборот. Различным способом лечения будут соответ-

ствовать и различные скорости движения точки диагностируемого больного к образу здоровых лиц. Задавшись КТ, можем вычислить «траекторию» ФС пациента в кластерном пространстве по отношению к определенному заболеванию [9].

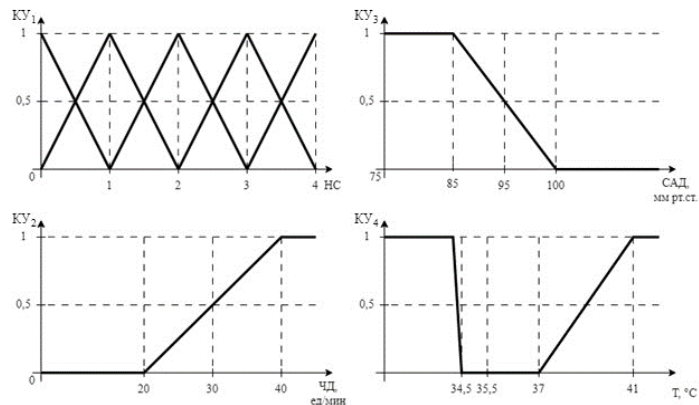


Рисунок 1. Функции принадлежности группы физических признаков на шкалах риска

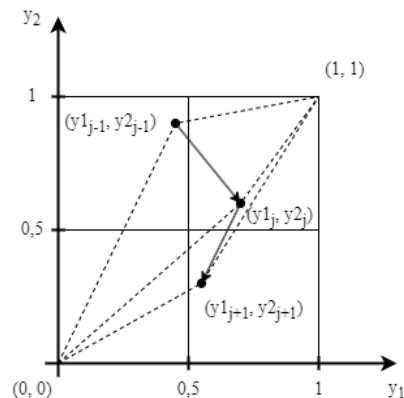


Рисунок 2. Двумерное кластерное пространство для оценки динамики состояния здоровья пациента

Пример результатов расчета в некоторых КТ для конкретного пациента с затяжной внебольничной пневмонией (ВБП) из экспериментальной группы представлен в таблице 1 в виде показателей D и dD , которые определяют расстояние от образа ФС больного до образа тяжелой формы ВБП в кластерном пространстве.

Из таблицы 1 видно, что в период лечения ВБП показатель dD существенно снижается, что обусловлено нарушением режима, предписанного лечащим врачом. Затем больной преступил к активной антибактериальной терапии и повышение показателя dD свидетельствует об эффективности лечения.

В качестве аналогов уравнений (1) и (2) могут быть использованы любые системы машинного обучения. Предлагаемый мониторинг показателей двух и более сегментов ФР позволит врачу более объективно судить об эффективности лечения и поставить диагноз на основе более простых тестов. Это позволяет сделать вывод о том, что использование полученной системы для мониторинга процесса терапии больных является целесообразным [9].

Таблица 1 – Расчет межкластерного расстояния D

№№ КТ	Дата/Date	$D_{\omega_1}(C1)$	$D_{\omega_2}(C2)$	dD
1	07.02.19	1,1	0,3	-0,8
2	09.02.19	1,2	0,2	-1,0
3	13.02.19	1,15	0,25	-0,9
4	16.02.19	0,98	0,4	-0,58
5	20.02.19	0,9	0,6	-0,3
6	25.02.19	0,75	0,68	-0,07
7	02.03.19	0,55	0,85	0,3
8	06.03.19	0,4	1,0	0,6
9	14.03.19	0,3	1,1	0,8
10	19.03.19	0,25	1,2	0,95

Проведены исследования модуля контроля эффективности лечения ВБП, построенного на шкале PSI. На основе двух групп факторов риска, входящих в эту шкалу, получены две линейных модели динамики риска ВБП, по которым построено двумерное кластерное пространство, отражающее процесс эффективности лечения ВБП. Апробация модуля мониторинга эффективности лечения ВБП осуществлена на пациентах из экспериментальной группы с затяжной ВБП.

Список литературы

- Киселев, А.В. Метод классификации функционального состояния системы дыхания, основанный на контроле показателей кардиореспираторного синхронизма / А.В. Киселев, С.А. Филист, Х.А.Х. Алави, В.В. Песок, А.Е. Пшеничный, О.В. Шаталова // Биомедицинская радиоэлектроника. - 2024. - Т. 27, № 2. - С. 5-12. - DOI: 10.18127/j15604136-202402-01.
- Петрунина, Е.В. Классификационные модели адаптационного потенциала живой системы [Электронный ресурс] / Е.В. Петрунина, Р.И. Сафронов, А.Е. Пшеничный, С.А. Филист, М.Т. Шехине // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. - 2024. - Т. 12, № 2. - С. 1-22. - DOI: 10.26102/2310-6018/2024.45.2.010. - URL: <https://moitvvt.ru/journal/pdf?id=1547>.
- Петрунина, Е.В. Метод формирования персонализированного контента клипов виртуальной реальности для реабилитации пациентов с нарушением двигательной активности / Е.В. Петрунина, С.А. Филист, А.Е. Пшеничный, Д.А. Ермаков, М.Ю. Ефремов // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. - 2024. - Т. 23, № 4. - С. 183-194. - DOI: 10.36622/1682-6523.2024.23.4.023.
- Кудрявцев, П.С. Структурно-функциональная модель для мониторинга влияния управляющих воздействий на функциональное состояние самоорганизующихся систем / П.С. Кудрявцев, А.Н. Шуткин, В.В. Протасова, С.А. Филист // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2015;(2):105–118.
- Филист, С.А. Биотехническая система персонализированной реабилитации пациентов с ограничением двигательных функций [Электронный ресурс] / С.А. Филист, Е.В. Петрунина, А.Е. Пшеничный, Д.А. Ермаков, Р.А. Крупчатников, В.В. Серебровский // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. - 2025. - Т. 13, № 1. - С. 1-18. - DOI: 10.26102/2310-6018/2025.48.1.002. - URL: <https://moitvvt.ru/journal/pdf?id=1787>.
- Бутусов, А.В. Нейронечеткие сети для систем дистанционного мониторинга амбулаторных пациентов с заболеваниями органов дыхания/ А.В. Бутусов, Хайдер А.Х. Алави, Карачевцев Р.А., Сухомлинов А.Ю., Филист С.А. /Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2023. – №11(2). – 1425. doi: 10.26102/2310-6018/2023.42.3.016.
- Гибридный нейронечеткий классификатор для мониторинга эффективности лечения заболеваний системы дыхания с учетом коморбидности /Е. В. Петрунина, С. А. Филист, Л. В. Шульга, В. Песок, Хайдер А. Х. Алави, А. В. Бутусов // Известия Юго-Западного государст-

венного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2023 Т. 13, № 4 С. 27–53. <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2023-13-4-27-53>.

8. Филист, С.А. Гибридная нейронная сеть с макрослоями для медицинских приложений / С.А. Филист, О.В. Шаталова, М.А. Ефремов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2014;(6):35–69.

9. Бутусов, А.В. Алгоритмы мониторинга эффективности терапевтических и реабилитационных процедур по показателям клинического анализа крови в системе поддержки принятия врачебных решений / А.В. Бутусов, А.В. Киселев, Е.В. Петрунина, Р.И. Сафронов, В.В. Песок, А.Е. Пшеничный // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2023. – Т.13, №1. – С.170-190.

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ И НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСЛОЖНЕНИЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Титов А.А.

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

Научный руководитель – д.м.н., профессор Агарков Н.М.

Актуальность. Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), также известные как заболевания системы кровообращения, включают в себя целый ряд состояний, в том числе ишемическую болезнь сердца, инфаркт миокарда, аритмии, кардиомиопатии и другие сопутствующие состояния [1]. Из-за повсеместного распространения нездорового образа жизни ССЗ остаются основной причиной смертности и заболеваемости во всём мире, создавая значительную нагрузку на здоровье и экономику как для пациентов, так и для общества [2, 3]. Согласно Статистическому ежегоднику здравоохранения за 2024 год, ССЗ занимают первое место как по уровню заболеваемости, так и по уровню смертности среди городских и сельских жителей, опережая онкологические заболевания [4].

Цель исследования – анализ методик машинного обучения и нейросетевого моделирования осложнений сердечно-сосудистых заболеваний.

Результаты исследования. Традиционные методы диагностики ССЗ, в том числе электрокардиограмма (ЭКГ), эхокардиография, коронарная ангиография, магнитно-резонансная томография и внутрикоронарная ультрасонография, зачастую дорогостоящие и не подходят для выявления заболеваний на ранних стадиях [5]. Кроме того, многие ССЗ на ранних стадиях протекают бессимптомно, а их прогрессирование может быть медленным, что приводит к постановке клинического диагноза на поздней стадии заболевания или случайно во время плановых осмотров или обследований по поводу других состояний. Поэтому крайне важно выявить более доступные и ранние индикаторы ССЗ [5].

Клинические лабораторные исследования, в том числе гематологические и биохимические анализы, позволяют количественно измерить содержание в крови как ксенобиотиков (продуктов питания, лекарств и их метаболитов), так и биотиков (биомаркеров) с помощью проверенных и надёжных методов [6, 7]. Биохимические изменения, вызванные заболеваниями, могут существенно повлиять на различные аспекты биоанализа. В частности, метаболические изменения, такие как гипергликемия, гипертриглицеридемия, повышение уровня липопротеинов высокой плотности, холестерина, гипертония и провоспалительное состояние, часто наблюдаются даже на ранних стадиях ССЗ [8]. Однако врачи часто обращают внимание только на значительные отклонения от нормы, потенциально упуская из виду большое количество других данных анализов и взаимосвязь между лабораторными показателями, что может привести к недооценке диагностического потенциала этих тестов. Поэтому важно изучить референсные значения и характеристики вариативности гематологических и биохимических показателей для раннего выявления предотвратимых факторов риска и диагности-

ки ССЗ на ранних стадиях, особенно показателей, связанных с метаболическим здоровьем, чтобы помочь врачам выявлять ССЗ на ранних стадиях.

С развитием систем электронных медицинских карт все больше данных клинических лабораторных исследований становятся доступными и надёжными. Использование этих данных в сочетании с искусственным интеллектом для диагностики, прогнозирования, мониторинга и лечения заболеваний – быстро развивающаяся область [8, 9]. Машинное обучение и нейросетевое моделирование – перспективные разновидности искусственного интеллекта, которые показали эффективность в диагностике ССЗ [10, 11, 12]. Текущие исследования ССЗ, основанные на машинном обучении и нейросетевом моделировании, как правило, не учитывают данные клинических лабораторных тестов, вместо этого фокусируясь на более дорогих инвазивных методах визуализации, таких как компьютерная томографическая ангиография, УЗИ сердца, компьютерная томография, ЭКГ и эхокардиография. Кроме того, в существующих исследованиях часто делается акцент на прогнозировании риска и прогноза отдельных заболеваний. Однако в современных исследованиях отсутствует анализ отличительных особенностей гематологических и лабораторных характеристик пациентов с острыми ССЗ для прогнозирования сердечно-сосудистых катастроф.

Выводы. ССЗ остаются основной причиной смертности во всем мире [1]. Выявление ССЗ на ранних стадиях – важный способ снизить смертность от них. Для улучшения терапевтических стратегий и стратификации риска для пациентов требуется более раннее выявление ССЗ. Таким образом, существует острая необходимость в новых эффективных и таргетных методах диагностики и алгоритмов на основе машинного обучения и нейросетевого моделирования для прогнозирования сердечно-сосудистых катастроф

Список литературы

1. Особенности гериатрического статуса у пациентов с артериальной гипертензией и ишемической болезнью сердца (обзор) / Н.М. Агарков, М.М. Яблоков, А.А. Титов [и др.] // Научные результаты биомедицинских исследований. – 2024. – Т. 10, № 1. – С. 112-125.
2. Характеристики отдыха и стрессорные факторы в развитии острого инфаркта миокарда с сопутствующей артериальной гипертензией среди лиц среднего возраста / Н.М. Агарков, Ю.А. Лутай, С.И. Корнеева [и др.] // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – 2020. - № 4. – С. 125-135.
3. Изменение липидограммы и системы гемостаза у пожилых пациентов с инфарктом миокарда, артериальной гипертензией в зависимости от выраженности синдрома старческой астении / Н.М. Агарков, К.Ф. Макконен, А.А. Титов [и др.] // Артериальная гипертензия. – 2022. – Т. 28, № 3. – С. 280-288.
4. Базовая функциональная активность у пожилых пациентов с артериальной гипертензией и синдромом старческой астении после перенесенного инфаркта миокарда без подъема сегмента ST / Н.М. Агарков, О.А. Осипова, С.Н. Шурыгин [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2023. – Т. 22, № 2. – С. 24-30.
5. Биомаркеры воспаления и эндотелиальной дисфункции у пожилых пациентов с инфарктом миокарда, артериальной гипертензией и синдромом старческой астении / Н.М. Агарков, О.И. Охотников, А.В. Голиков [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2023. – Т. 22, № 3. – С. 24-31.
6. Биоинформационный анализ эффективности лечения больных инфарктом миокарда с артериальной гипертензией / Н.М. Агарков, Ю.Н. Панина, А.П. Яковлев // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2013. – Т. 12, № 4. – С. 921-924.
7. Прогностичность электрокардиографических и лабораторных кардиомаркеров у пожилых с инфарктом миокарда / Н.М. Агарков, Н.И. Жернакова, К.Ф. Макконен [и др.] // Интегративные тенденции в образовании. – 2018. - № 2. – С. 5-7.
8. Прогностическое значение электрокардиографических и биохимических кардиомаркёров крови при остром инфаркте миокарда у пожилых пациентов / Н.М. Агарков, Н.И. Жернакова,

- К.Ф. Макконен [и др.] // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2018. – Т. 17, № 3. – С. 567-575.
9. Компьютерное моделирование неблагоприятных исходов инфаркта миокарда / Н.М. Агарков, А.А. Шорохова, П.С. Азарова [и др.] // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2024. – Т. 23, № 3. – С. 132-137.
10. Информативность и прогностическая значимость кардиомаркеров при инфаркте миокарда у пожилых / Н.М. Агарков, М.Ю. Маркелов, Е.А. Маркелова [и др.] // Успехи геронтологии. – 2020. – Т. 33, № 1. – С. 82-86.
11. Распространенность и информативность факторов риска в прогнозировании возникновения инфаркта миокарда / Н.М. Агарков, Н.В. Эккерт, И.В. Коломиец [и др.] // Клиническая медицина. – 2019. – Т. 97, № 5. – С. 337-342.
12. Диагностика и прогнозирование инфаркта миокарда в пожилом возрасте по информативным кардиомаркерам / Н.М. Агарков, М.Ю. Маркелов, Е.А. Маркелова [и др.] // Клиническая медицина. – 2020. – Т. 98, № 4. – С. 282-286.

ОТ ДИАГНОСТИКИ К ТАКТИКЕ: МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА ЛЕЧЕНИЯ СИНДРОМА СУХОГО ГЛАЗА Корневский Н.А., Родионова С.Н., Киселев А.С. ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

Актуальность. Синдром сухого глаза (ССГ), ассоциированный с дисфункцией мейбомиевых желёз (ДМЖ), остаётся одной из ведущих причин снижения зрительного комфорта и качества жизни [1,2]. В рутинной практике врачу необходимо оперативно решить, достаточно ли начать с консервативной терапии (увлажняющие капли, противовоспалительная терапия, гигиена/прогрев/массаж век), либо целесообразно раннее подключение IPL-терапии. Доступный в кабинете большинства врачей диагностический набор включает тест-опросник субъективных жалоб пациента (OSDI-6), оценку стабильности слезной плёнки-пробу Норна (TBUT), оценку слезопродукции- тест Ширмера и окрашивание роговицы витальным красителем для определения объема поражения по шкале Oxford [3,4]. Так же стоит отметить, что в отечественной практике отсутствуют единые клинические протоколы для проведения IPL-терапии и доступные серийные приборы для стандартизируемого массажа век, что повышает вариабельность вмешательств и затрудняет персонализацию тактики.

Цель исследования. Разработать и клинически обосновать простую, воспроизводимую модель персонализированного выбора стартовой тактики лечения при ССГ, ассоциированном с ДМЖ, по ограниченному набору показателей (OSDI-6, TBUT, тест Ширмера, шкала Oxford) с оценкой индивидуальной необходимости раннего подключения IPL.

Материалы и методы. Проведено наблюдательное проспективное когортное исследование реальной клинической практики с тремя временными точками: до лечения, ≈1 неделя после первой процедуры (ранняя оценка), после курса. Ветви старта: T=0 — консервативно; T=1 — консервативно + IPL по фиксированному протоколу (без оптимизации параметров). На вход модели подаются исходные значения: OSDI-6 (0–4), TBUT (минимум по глазам), тест Ширмера (минимум по глазам), шкала Oxford (0–5; максимум по глазам). Ранний клинический успех на 1-й неделе формализован как композит «не менее 2 из 3»: снижение симптомов до лёгкой степени/отсутствия ($OSDI_{1w} < 2$), увеличение стабильности слёзной плёнки ($TBUT_{1w} - TBUT_{pre} \geq 2$ сек) и уменьшение окрашивания по шкале Oxford ($Oxford_{pre} - Oxford_{1w} \geq 1$ балл): Oxford (0–5; максимум по глазам) балл; берётся максимум по глазам).

Логистическая модель вероятности раннего успеха:

$$Y_{успех} = 1\{[OSDI_{1w} < 2] + [TBUT_{1w} - TBUT_{pre} \geq 2] + [Oxford_{pre} - Oxford_{1w} \geq 1] \geq 2\}.$$

Для сопоставимости шкал применена нормировка с единым направлением «больше = хуже» (табл. 1):

$$z_{OSDI} = \frac{OSDI_{pre}}{4}, \quad z_{TBUT} = \max\left(0, \frac{8 - TBUT_{pre}}{8}\right), \\ z_{Schirmer} = \max\left(0, \frac{15 - Schirmer_{pre}}{15}\right), \quad z_{Oxford} = \frac{Oxford_{pre}}{5}$$

Реализация модели.

А) Балльная скор-модель (скор-карта). Суммарный балл вычисляется как:

$$S = w_1 \cdot z_{OSDI} + w_2 \cdot z_{TBUT} + w_3 \cdot z_{Schirmer} + w_4 \cdot z_{Oxford}$$

Правило: если $S \geq S^*$ — рекомендовано раннее подключение IPL; если $S < S^*$ — старт только консервативно с повторной оценкой. В обучении веса w_i получают из регрессионных коэффициентов с последующим округлением. Отягощающие факторы: «массаж век» и другие учитываются лишь как корректоры смещения при обучении и не входят в калькулятор; при их наличии допускается клиническая модификация порога (снижение S^* на 1 условный балл).

В) Единая логистическая модель (индивидуальная польза IPL). Вероятность раннего успеха при стратегии $T \in \{0,1\}$:

$$Pr(Y = 1|X, T) = \\ = \sigma\left(\beta_0 + \beta_1 z_{OSDI} + \beta_2 z_{TBUT} + \beta_3 z_{Schirmer} + \beta_4 z_{Oxford} + \beta_T T + \gamma_1 z_{OSDI} T + \dots + \gamma_4 z_{Oxford} T\right),$$

где $\sigma(u) = 1 / (1 + e^{-u})$

$$p_0 = P(Y=1 | T=0, X), \quad p_1 = P(Y=1 | T=1, X), \quad \Delta = p_1 - p_0$$

Правило: назначать IPL на старте, если $\Delta \geq \theta$ (порог θ выбирается по кривым клинической полезности). При наличии отягощающих факторов допускается умеренное снижение θ как клиническая надбавка.

Оба формата обеспечили предтерапевтическую стратификацию: скор-карта удобна для печатной/Excel-формы с одним понятным порогом S^* ; логистическая формула даёт пациент-специфические p_0 , p_1 и Δ , облегчая решение в «пограничных» случаях. Композит « ≥ 2 из 3» объединяет симптоматическое (OSDI) и объективные (TBUT, Oxford) улучшения, снижая влияние колебаний единичного показателя. Фиксированный протокол IPL повышает воспроизводимость; аппаратная стандартизация массажа век (перспективный модуль) предназначена для снижения «человеческого фактора» в консервативной ветви.

Результаты исследования. Представлена клинико-математическая модель выбора стартовой тактики при ССГ, ассоциированным с ДМЖ, основанная на четырёх доступных показателях и формализованном раннем исходе.

Таблица 1 – Нормировка исходных показателей

Показатель	Формула нормировки	Комментарий
OSDI-6	$z_{OSDI} = \frac{OSDI_{pre}}{4}$	0–4 степени
TBUT	$z_{TBUT} = \max\left(0, \frac{8 - TBUT_{pre}}{8}\right)$	Целевой порог 8 с
Ширмер	$z_{Schirmer} = \max\left(0, \frac{15 - Schirmer_{pre}}{15}\right)$	Целевой порог 15 мм
Oxford	$z_{Oxford} = \frac{Oxford_{pre}}{5}$	0–5 баллов

Модель реализована в виде скор-карты с порогом и логистической формулы с расчётом индивидуальной пользы IPL; отягощающие факторы («др.») используются как корректоры смещения при обучении и для мягкой модификации порога решения, не нарушая принципа «ограниченного набора» входов. Подход пригоден для внедрения в амбулаторной практике и для внешней валидации.

Список литературы

1. Schiffman R.M., Christianson M.D., Jacobsen G., Hirsch J.D., Reis B.L. Reliability and validity of the Ocular Surface Disease Index // *Archives of Ophthalmology*. – 2000. – Vol. 118, No. 5. – P. 615–621. – DOI: 10.1001/archophth.118.5.615. – PMID: 10815152.
2. Craig J.P., Nichols K.K., Akpek E.K., Caffery B., Dua H.S., Joo C.K., Liu Z., Nelson J.D., Nichols J.J., Tsubota K., Stapleton F. TFOS DEWS II Definition and Classification Report // *The Ocular Surface*. – 2017. – Vol. 15, No. 3. – P. 276–283. – DOI: 10.1016/j.jtos.2017.05.008. – PMID: 28736335.
3. Sheppard J.D., Nichols K.K. Dry Eye Disease Associated with Meibomian Gland Dysfunction: Focus on Tear Film Characteristics and the Therapeutic Landscape // *Ophthalmology and Therapy*. – 2023. – Vol. 12. – P. 1397–1418. – DOI: 10.1007/s40123-023-00669-1.
4. Morthen M.K., Magno M.S., Utheim T.P., Snieder H., Hammond C.J., Vehof J. The physical and mental burden of dry eye disease: a large population-based study investigating the relationship with health-related quality of life and its determinants // *The Ocular Surface*. – 2021. – Vol. 21. – P. 107–117. – DOI: 10.1016/j.jtos.2021.02.005.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ YANDEX SPEECHKIT В ПРОТОТИПЕ УМНЫХ ОЧКОВ ДЛЯ ГЛУХИХ И СЛАБОСЛЫШАЮЩИХ ЛЮДЕЙ

Кузнецова А.В., Петров И.Э.

Тамбовский государственный технический университет

Кафедра «Биомедицинская техника»

Научный руководитель – д.т.н., профессор Фролов С.В.

Актуальность. Нарушения слуха значительно затрудняют социальную адаптацию и общение, создавая барьеры для полноценной жизни. Традиционные методы компенсации такие, как чтение по губам и язык жестов, ограничены в эффективности и требуют значительных усилий. Развитие ассистивных технологий, в частности, на базе умных очков, открывает перспективные возможности для улучшения качества жизни людей с нарушениями слуха. Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью разработки доступных и эффективных решений, обеспечивающих мгновенную трансляцию устной речи в текст, отображаемый непосредственно перед глазами пользователя, что значительно упрощает коммуникацию в различных ситуациях. Интеграция с облачным сервисом распознавания речи Yandex SpeechKit (YS), позволит реализовать данную функциональность с относительно низкими затратами и высокой точностью.

Цель исследования – определение возможностей и путей интеграции указанного сервиса в мобильное приложение для умных очков, а также разработка и оценка эффективности системы распознавания речи на базе YS для помощи слабослышащим и глухим людям в повседневном общении. Конкретными задачами исследования являются:

- Создание структуры приложения для захвата звукового сигнала, отправки его на обработку и последующего вывода результата на экран умных очков.
- Подключение сервисов Yandex SpeechKit Streaming API для оперативного распознавания речи в режиме реального времени.
- Настройка ключевых характеристик распознавания голоса для достижения максимальной точности и минимальной временной задержки.
- Оценка работоспособности программы в различных условиях (шумы, уровень громкости голосов).

Материалы и методы исследования. Работа включает теоретический этап проектирования и последующую практическую реализацию разработанных решений. Для создания приложения использовался язык программирования Java и инструментарий Android SDK, обеспечивающие взаимодействие с аппаратной платформой и интеграцию сторонних сервисов.

Проведенное тестирование состояло из проектирования, настройки пользовательского интерфейса, интеграции модуля голосового распознавания YS, анализа итоговых показателей. Был проведен детальный анализ удобства использования и функциональных возможностей программного API облака Yandex, предназначенного для транскрибирования речи. Тестовые испытания осуществлялись в разных рабочих режимах и разнообразной внешней среде, включая исследования производительности системы, оценки уровня качества распознавания речи и степени воздействия шумовых помех на итоговую точность обработки сигнала.

Для оптимизации процесса перевода устной речи предлагается применять метод разделения звуковых сигналов на частоты и внедрить систему фоновой преобразования текста. Мужской и женский типы голосов обладают различиями в распределении спектра частот. Таким образом уменьшится выборка информации, повышая эффективность распознавания. [1] А возможность одновременной трансляции всех голосов в общую фонограмму может быть полезна в ситуации группового разговора, обеспечивая непрерывный поток информации обо всех участниках беседы.

Результаты исследования. Исследовательская работа находится на этапе концептуального проектирования и предварительной проверки функций. Полноценное тестирование пока не проведено, однако предварительная реализация показала положительные тенденции.

Точность распознавания при отсутствии посторонних шумов составила около 85%. Среднее время отклика системы составило 1.6 секунды, что является приемлемым значением для обеспечения комфортного восприятия информации пользователем. Зафиксированный уровень энергопотребления характеризуется как умеренный, однако, требуется проведение дальнейших исследований, направленных на оптимизацию и снижение энергозатрат устройства.

Выводы. Перспективные направления дальнейшего развития включают совершенствование алгоритмов фильтрации акустических помех, снижение латентности при передаче данных, а также увеличение автономности устройства. [2]

Настоящее исследование представляет собой значимый этап в разработке прототипа умных очков для лиц с нарушениями слуха. Внедрение YS, обладает потенциалом существенного улучшения качества жизни слабослышащих и глухих людей, способствуя их более эффективной адаптации в современном обществе. [3]

Список литературы

1. Development Of Augmented Reality Based Smart Glasses for Assistance of Deaf People / S.S. Ramachandran, U. Karni, A.K. Veeraraghavan, K. Sivaraman // ResearchGate. – 2020. – № 2. – P. 132–138.
2. Applications of Smart Glasses in Applied Sciences: A Systematic Review // D. Kim, Y. Choi // Applied Sciences. – 2021. – №11. P. 105–113.
3. The Use of Smart Glasses for Lecture Comprehension by Deaf and Hard of Hearing Students / A. Miller, J. Malasig, B. Castro, V.L. Hanson // ResearchGate. – № 3. – P. 129–137.

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИИ СНА ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА КАК ОСНОВА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА

Любавина М.А., Евстигнеева Е.П.

Тамбовский государственный технический университет

Кафедра «Биомедицинская техника»

Научный руководитель – к.т.н., доцент Фролова Т.А.

Крепкий и здоровый сон младенца – один из важнейших факторов его гармоничного развития и спокойствия всей семьи. Однако постоянный контроль за спящим ребенком, особенно в ночное время, становится для родителей источником стресса и хронического недосыпа. Для решения данной проблемы предлагается создать программно-аппаратный комплекс для мониторинга сна ребенка.

Физиология сна младенцев имеет принципиальные отличия от сна взрослых, что обуславливает особые требования к системам мониторинга. В первые месяцы жизни у детей преобладает активный сон, составляющий до 50% общего времени сна, который характеризуется частыми движениями, изменением мимики и нерегулярным дыханием. Эти проявления являются нормальными для данного возрастного периода и связаны с активным созреванием центральной нервной системы. Цикл сна младенца составляет всего 50-60 минут, против 90-120 минут у взрослых, что объясняет частые пробуждения. Понимание этих физиологических особенностей легло в основу разработки алгоритмов обработки данных комплекса.

Особое значение имеет мониторинг параметров сна в контексте профилактики синдрома внезапной детской смерти (СВДС). Исследования показывают, что около 20% случаев СВДС связаны с недиагностированными остановками дыхания во сне. Длительные паузы в дыхании (апноэ), особенно сопровождающиеся изменением цвета кожных покровов и мышечной гипотонией, требуют немедленного реагирования. Разработанная система осуществляет контроль двигательной активности и звуковой активности, которые, в свою очередь, тесно коррелируют с дыхательными движениями [1-4].

Важным аспектом функционирования системы является учет возрастных нормативов сна. В течение первого года жизни происходят значительные изменения структуры сна: уменьшается общее количество сна, сокращается количество дневных снов, увеличивается продолжительность ночного сна. Например, новорожденный ребенок спит 4-8 раз в сутки с продолжительностью сна от 15 минут до 3 часов, в то время как к 6-7 месяцам большинство детей переходят на 2-3 дневных сна продолжительностью 1-2 часа. Разработанное программное обеспечение позволяет адаптировать параметры мониторинга в соответствии с возрастными особенностями конкретного ребенка, за счет настройки времени одного из фрагментов.

Ключевыми элементами системы является набор датчиков, расположенных под матрасом ребенка во избежание контакта с кожей. Датчик MPU6050 используется для регистрации двигательной активности по трем осям, фиксируя шевеления или активные движения при пробуждении. Микрофон KY-037 осуществляет анализ акустического фона по заданным пороговым значениям, установленных в коде и распознающий как долгосрочные, так и краткосрочные звуки. Мобильное приложение выступает в роли фиксатора временных промежутков сна, записывая соответствующие значения в график и окно записей. Синхронизация между системами производится через Wi-Fi модуль.

Таким образом, разработанный программно-аппаратный комплекс представляет собой не просто устройство для фиксации пробуждений ребенка, а сложную систему для мониторинга физиологического состояния младенца во время сна. Дальнейшая интеграция с технологиями машинного обучения позволит перейти от простого мониторинга к прогнозированию нарушений сна и разработке индивидуальных рекомендаций по их коррекции.

Список литературы

1. Чучалин, А.Г. Дыхательные нарушения во сне / А.Г. Чучалин. – М.: Атмосфера, 2019. – 320 с.
2. Тарасова, С.В. Физиология сна у детей / С.В. Тарасова. – М.: ГЭОТАР- Медиа, 2018. – 160 с.
3. Современное состояние и тенденции в области исследований и разработок неонатальных инкубаторов / С. В. Фролов, А. А. Коробов, К. С. Савинова, А. Ю. Потлов // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2023. – № 11(4). – URL : <https://moitvvt.ru/journal/pdf?id=1473>
4. Фролов, С. В. Риски инкубационной терапии / С. В. Фролов // Радиоэлектроника. Проблемы и перспективы развития : сб. тр. Восьмой Всерос. молодеж. науч. конф., Тамбов, 10 мая 2023 года. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2023. – С. 334 – 336.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ-ЗАВИСИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ

Кравченко А.А.

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова,
Санкт-Петербург, Россия

Актуальность. Рост заболеваемости, связанной с качеством окружающей среды, представляет серьезную медико-социальную проблему. По данным Всемирной организации здравоохранения, около 24% глобального бремени болезней и 23% всех случаев смерти связаны с факторами окружающей среды [1]. К экологически-зависимым относят заболевания респираторной системы, сердечно-сосудистые патологии, онкологические заболевания и аллергические состояния [2]. Современные исследования подтверждают прямую связь между загрязнением атмосферного воздуха и развитием хронических заболеваний [3]. Прогнозирование рисков их возникновения на основе анализа открытых данных позволяет перейти к превентивной модели здравоохранения. Методы машинного обучения открывают новые возможности для анализа сложных нелинейных взаимосвязей между множественными факторами среды и показателями здоровья населения [4].

Цель исследования – разработать и протестировать алгоритм машинного обучения для прогнозирования риска возникновения экологически-зависимых заболеваний на основе общедоступных медико-экологических данных.

Материалы и методы исследования. В качестве исходных данных использовались открытые наборы данных Росгидромета (качество атмосферного воздуха за 2015-2023 гг.), Роспотребнадзора (показатели заболеваемости по регионам РФ) и открытые картографические данные. Для целей настоящего исследования был выбран алгоритм случайного леса (Random Forest), как один из наиболее эффективных для работы с табличными данными, обработки нелинейных зависимостей и устойчивости к шуму в данных [5]. Разработка и тестирование прототипа проводились в среде программирования Python 3.9 с использованием библиотек scikit-learn, pandas и numpy. Оценка качества модели проводилась по метрикам точности (accuracy), прецизионности (precision), полноты (recall) и F1-меры с применением перекрестной проверки на 5 фолдах [6].

Результаты исследования. В ходе работы был создан программный модуль, осуществляющий сбор, очистку и объединение данных из разрозненных источников в единый набор признаков. На его основе обучена модель, демонстрирующая способность прогнозировать уровень риска с точностью 84% на тестовой выборке (табл. 1). Анализ важности признаков показал, что наибольший вклад в прогноз вносят концентрация взвешенных частиц PM2.5 и уровень диоксида азота, что согласуется с современными эпидемиологическими исследованиями [7].

Таблица 1 – Результаты оценки качества алгоритма прогнозирования

Метрика	Значение на обучающей выборке	Значение на тестовой выборке
Accuracy	0.89	0.84
Precision	0.87	0.82
Recall	0.85	0.81
F1-score	0.86	0.815

Наиболее значимыми признаками, влияющими на прогноз, по результатам анализа модели стали среднегодовая концентрация взвешенных частиц (PM2.5), уровень диоксида азота (NO2) и плотность населения на территории. Верификация результатов показала адекватность модели и ее пригодность для использования в качестве инструмента поддержки принятия решений (рис. 1).

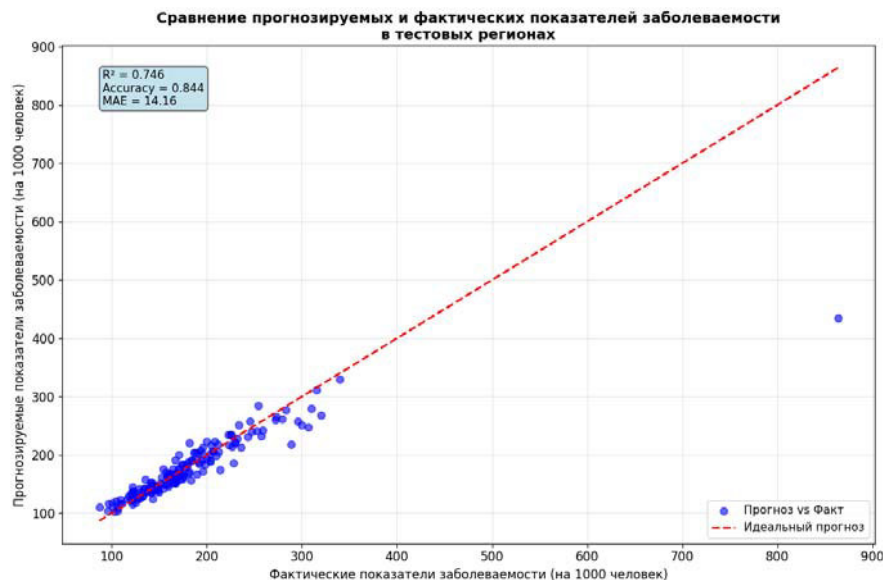


Рисунок 1. Сравнение прогнозируемых и фактических показателей заболеваемости в тестовых регионах

Выводы. 1. Разработанный алгоритм на основе метода случайного леса демонстрирует высокую эффективность для задач прогнозирования экологически-зависимой патологии, достигая точности 84% на тестовых данных. 2. Использование открытых данных и методов машинного обучения позволяет создавать доступные и масштабируемые инструменты для медико-экологического мониторинга. 3. Предложенный подход может быть интегрирован в системы общественного здравоохранения для реализации целевых профилактических мероприятий в регионах с неблагоприятной экологической обстановкой, что соответствует принципам предиктивной и превентивной медицины [2].

Список литературы

1. World Health Organization. (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization.

2. Эпидемиология социально значимых заболеваний / А. А. Кузин, В. Н. Емельянов, В. Н. Болехан [и др.]. – Санкт-Петербург : Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, 2025. – 93 с. – EDN HKRGXJ.
3. Brook, R. D., Rajagopalan, S., Pope, C. A., Brook, J. R., Bhatnagar, A., Diez-Roux, A. V., ... & Kaufman, J. D. (2010). Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: an update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 121(21), 2331-2378.
4. Одинцов, И. В., & Петров, Д. С. (2023). Искусственный интеллект в прогнозировании медико-экологических рисков. *Гигиена и санитария*, 102(2), 145-152.
5. Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine learning*, 45(1), 5-32.
6. Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., ... & Duchesnay, E. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of machine learning research*, 12(Oct), 2825-2830.
7. Chen, H., Goldberg, M. S., & Villeneuve, P. J. (2008). A systematic review of the relation between long-term exposure to ambient air pollution and chronic diseases. *Reviews on environmental health*, 23(4), 243-298.

СРАВНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ХОДЖКИНА-ХАКСЛИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ

Трусевич А.А.

Юго-Западный государственный университет
Кафедра биомедицинской инженерии

Актуальность. В последнее время в науке чаще начали использовать цифровые модели, представляющие собой «Цифровые двойники», которые можно использовать в нейронауке для более точного и глубокого изучения нейронов головного мозга и проведения экспериментов над ними. Нейронаука – это междисциплинарная область знаний, занимающаяся изучением нейронных процессов [1]. Использование таких моделей помогает безопасно изучать реакции мозга на различные стимулы, которые, впоследствии, могут прогнозировать развитие патологий головного мозга, что может привести к разработке методов для их коррекции. Но, для создания таких моделей требуется большое количество времени и вычислительных ресурсов, а также, которые могли бы иметь возможность точно воспроизводить нейрофизиологические процессы при минимальных затратах на вычисления. Получается, что актуальностью данной работы является сравнение моделей, которые смогли бы наиболее правильно описывать реакцию нейронов головного мозга на различные раздражители и при этом сохранять нейрофизиологическую активность нейронов и снизить затраты времени на вычисления. Нейрофизиологическая активность нейронов – это процессы, которые происходят в нервных клетках (нейронах) при раздражении или спонтанно [2].

Цель исследования – провести сравнение моделей Ходжкина-Хаксли для моделирования активности нейронов под воздействием различных внешних факторов.

Материалы и методы. Есть различные методы и модели моделирования нейронов, которые отличаются степенью биологической точности и вычислительной сложностью. В данной работе будем рассматривать две математические модели: Ходжкина-Хаксли и Ижикевича.

Модель Ходжкина-Хаксли описывает генерацию и распространение потенциалов действия в нейронах [3]. Эта модель рассматривает каждый компонент клетки как электрический элемент [4]. Для клетки с натриевыми и калиевыми каналами, суммарный ток через мембрану определяется по формуле:

$$I = C_m \frac{dV_m}{dt} + g_K(V_m - V_K) + g_{Na}(V_m - V) + g_l(V_m - V_l)$$

где I – полный мембранный ток на единицу площади ($\text{мкА}/\text{см}^2$), C_m – мембранная ёмкость на единицу площади ($\text{мкФ}/\text{см}^2$), g_K и g_{Na} – проводимости калия и натрия на единицу площади соответственно ($\text{С}/\text{см}^2$), V_K и V_{Na} – потенциалы обратного тока калия и натрия соответственно (мВ), а g_l и V_l – проводимость утечки на единицу площади ($\text{С}/\text{см}^2$) и потенциал обратного тока утечки (мВ) соответственно, V_m , g_K и g_{Na} зависят от времени элемента данного уравнения, но последние проводимости, также зависят от мембранного напряжения V_m .

Модель Ижикевича представляет собой систему дифференциальных уравнений [5]:

$$\begin{cases} \frac{dv}{dt} = 0,04v^2 + 5v + 140 - U + I \\ \frac{dU}{dt} = a(bv - U) \end{cases},$$

где $v \geq 30\text{мВ}$, тогда:

$$\begin{cases} v \leftarrow c \\ U \leftarrow U + d \end{cases}$$

где v – это мембранный потенциал, U – переменная восстановления, a – временная шкала переменной восстановления, b – чувствительность переменной восстановления, c – значение сброса мембранного потенциала после скачков, d – приращение переменной восстановления после спайков [6].

Для моделирования нейронной активности используется синусоидальный ток с шумом, который подаётся на вход модель. У этого тока следующие характеристики: частота, амплитуда и фаза, с помощью которых есть возможность создать регулярный импульс для нейрона. То есть, синусоидальный ток определяется по формуле:

$$I = A \sin(2\pi f t + \varphi),$$

где A – амплитуда, f – частота, φ – начальная фаза переменного тока.

Гауссовский шум – это статистический шум, который имеет плотность вероятности, равную плотности вероятности нормального распределения (гауссовского) [7]. Рассчитывается по формуле:

$$PG(z) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(z-\mu)^2}{2\sigma^2}},$$

где z – отображение серого уровня, μ – среднее значение, σ – стандартное отклонение.

Для сравнения моделей Ижикевича и Ходжкина-Хаксли используется язык программирования Python, с использованием библиотек Matplotlib и NumPy. В коде на вход подавался синусоидальный ток и Гауссовский шум, где с помощью первого можно создать регулярный импульс, а второй добавляет случайные отклонения.

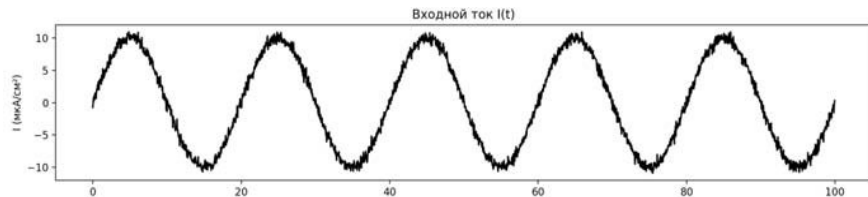


Рисунок 1. График входного синусоидального тока с Гауссовским шумом

На рисунке 1 приведен график входного тока с шумом. С помощью него можно увидеть раздражители, но для анализа работы нейрона информативнее рассматривать график мембранного потенциала. Так как, он отражает электрическую активность нейрона, образуя спайки. Следовательно, для сравнения чувствительности моделей Ходжкина-Хаксли и Ижикевича лучше анализировать графики мембранных потенциалов.

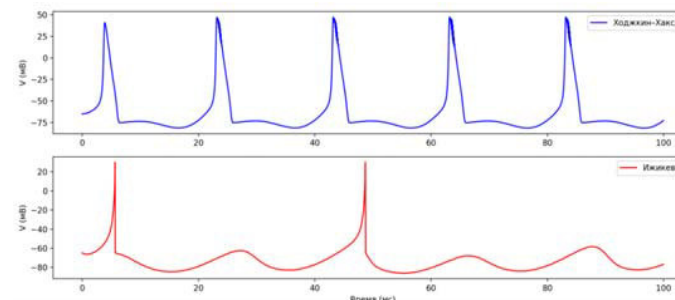


Рисунок 2. Графики мембранных потенциалов моделей Ходжкина-Хаксли и Ижикевича

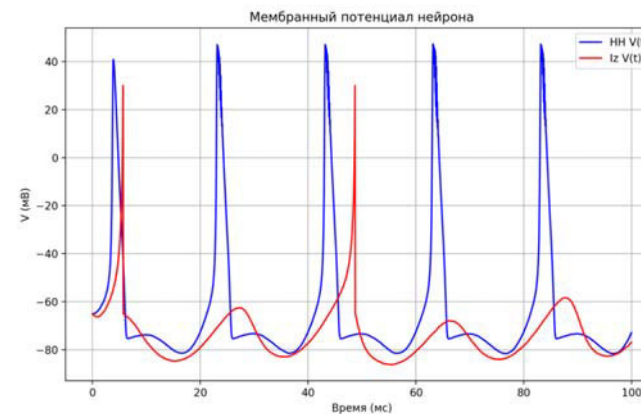


Рисунок 3. Графики сравнения мембранных потенциалов моделей Ходжкина-Хаксли и Ижикевича

Анализируя графики, понимаем, что модель Ходжкина-Хаксли (синяя линия) более чувствительна к входному току, чем модель Ижикевича (красная линия), так как образует частые спайки с большей амплитудой. Также, первая модель может точнее показывать биофизические свойства нейрона, чем вторая модель. Можно сделать вывод, что для детального анализа нейронной активности лучше использовать модель Ходжкина-Хаксли, а для более быстрых и менее точных вычислений модель Ижикевича.

Результаты. С помощью, проведённого исследования, для сравнения оценки реакции нейрона по двум моделям Ходжкина-Хаксли и Ижикевича, получаем, что первая модель имеет высокую чувствительность к подаче тока и шума, нежели, чем вторая. Но модель Ижикевича показала более высокую вычислительную эффективность. Данные результаты могут быть использованы в образовательных целях, чтобы показывать, как происходит генерация мембранного потенциала, а также в биомедицинских исследованиях для тестирования

новых медицинских приборов, препаратов, наблюдать как реагируют нейроны на различные раздражители и изучать когнитивные нарушения наглядно.

Выводы. Сравнивая модели Ходжкина Хаксли и Ижекевича, можно сделать вывод о том, что для анализа чувствительно лучше анализировать мембранный потенциал, а не сам ток. Это видно из графика на рисунке 3. Но для более быстрых вычислений проще использовать модель Ижекевича, а для более точных результатов модель Ходжкина-Хаксли.

Список литературы

1. Нейронауки – URL [https://ru.wikipedia.org/wiki] (10.10.2025)
2. В. Б. Русанов, В. А. Калябин // Физиология центральной нервной системы: Федеральное агентство государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Владимирский государственный гуманитарный университет», 2008. с. 33 – URL [https://respl.vlsu.ru/fileadmin/online_school/Estestvoznание/fiziologija_CNS_ch.1..pdf] (10.10.2025)
3. А. В. Андреев, В. А. Максименко, А. А. Бадарин, В. В. Грубов, А. Е. Храмов // Синхронизация во взаимодействующих сетях нейронов Ходжкина-Хаксли: Известия РАН. Серия физическая, 2022, т. 86, №2. с. 287-292 – URL [https://sciencejournals.ru/view-article/?j=izvfiz&y=2022&v=86&n=2&a=izvfiz2202005Andreev] (10.10.2025)
4. Hodgkin-Huxley model – URL [https://en.wikipedia.org/wiki/Hodgkin-Huxley_model] (10.10.2025)
5. Е. М. Андреева, В. В. Бавин, М. А. Белоус, Г. В. Муратова // Моделирование электрической активности нейронов с использованием технологии параллельных вычислений: Математическая биология и биоинформатика, т. 10, №2 2015. с. 344-355
6. Izhikevich model – URL [https://www.fabriziomusacchio.com/blog/2024-04-29-izhikevich_model/] (10.10.2025)
7. Гауссовский шум – URL [https://ru.wikipedia.org/wiki/] (10.10.2025)

ПРИМЕНЕНИЕ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИЙ В ФАРМИНДУСТРИИ: РЕШЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ЗАДАЧ ОТРАСЛИ

Леонидова И.Ю., Гальцова В.С.

**Курский государственный медицинский университет
Кафедра биологической и химической технологии**

Актуальность. Фармацевтическая индустрия сталкивается с рядом системных вызовов: рост производства контрафактных лекарств, нарушения целостности цепочек поставок, недостаточная прозрачность жизненного цикла препарата, а также уязвимость данных пациентов и исследований. По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), до 10 % лекарств в странах с низким и средним уровнем дохода являются фальсифицированными или несоответствующими стандартам качества [1]. При этом глобальная торговля контрафактными медикаментами ежегодно приносит убытки в размере 4,4 млрд долларов США [2]. Усугубление этих проблем в условиях пандемий, таких как COVID-19, выявило критическую необходимость в устойчивых, прозрачных и защищённых системах управления фармацевтическими цепочками поставок и данными. В этом контексте блокчейн-технологии рассматриваются как перспективное решение для повышения устойчивости, прозрачности и безопасности фарминдустрии на всех этапах – от разработки до утилизации [1,3].

Целью исследования является анализ возможностей применения блокчейн-технологий в фармацевтической индустрии для решения ключевых задач отрасли: борьбы с контрафактом, повышения прослеживаемости лекарств, обеспечения целостности данных и улучшения устойчивости цепочек поставок.

Материалы и методы исследования. В работе проведён анализ научных публикаций, посвящённых применению блокчейн-технологий и оптимизации фармацевтических цепочек поставок. Методологически работа опирается на систематизацию найденных решений,

их сравнительный анализ и синтез с точки зрения практической применимости, масштабируемости и соответствия ключевым задачам отрасли.

Результаты исследования. Анализ показал, что блокчейн-технологии могут эффективно решать следующие ключевые задачи фарминдустрии такие, как:

1. Борьба с контрафактом и обеспечение прослеживаемости.

Системы на базе Hyperledger Fabric, такие как Medledger [3] и прототип из [2], обеспечивают неизменяемую запись всех транзакций от производителя до конечного потребителя. Использование QR-кодов, цифровых сертификатов и смарт-контрактов позволяет мгновенно верифицировать подлинность препарата. В частности, система из [2] демонстрирует среднее время выполнения операции в 201 мс и среднее время блока – 482 мс, что подтверждает её практическую применимость.

2. Повышение устойчивости цепочек поставок.

Хотя Rajabi et al. (2024) предлагают математическую модель устойчивого управления поставками без использования блокчейна, их стратегии (временные распределительные пункты, резервные запасы) могут быть органично интегрированы в блокчейн-инфраструктуру для обеспечения прозрачности активации таких мер и контроля за их использованием [4].

3. Управление данными и безопасность.

Блокчейн обеспечивает конфиденциальность и целостность данных за счёт криптографической защиты, механизмов канального разделения частных данных и доказательств с нулевым разглашением (Zero-Knowledge Proof) [2,3]. Это особенно актуально для клинических испытаний, электронных медицинских карт и регуляторного надзора.

4. Адаптация фармацевтических услуг в новых условиях.

Некоторые авторы фокусируются на процессах внедрения новых фармацевтических услуг (например, Minor Ailments Services), их многоэтапный фреймворк адаптации [5] может быть дополнен блокчейн-компонентами для обеспечения прозрачности внедрения, обучения персонала и мониторинга соблюдения протоколов.

Выводы

Блокчейн-технологии представляют собой мощный инструмент трансформации фармацевтической индустрии, который позволяет: эффективно бороться с контрафактом за счёт сквозной прослеживаемости и неизменяемой регистрации данных; повышать устойчивость цепочек поставок в условиях кризисов и нарушений; обеспечивать безопасность, прозрачность и соответствие нормативным требованиям на всех этапах жизненного цикла лекарств.

Несмотря на технические вызовы – масштабируемость, стандартизацию данных, регуляторную неопределённость [1,3] – практические прототипы и пилотные проекты демонстрируют высокий потенциал технологии, особенно в контексте частных (permissioned) блокчейн-сетей, таких как Hyperledger Fabric. Дальнейшее развитие должно быть направлено на интеграцию блокчейна с другими цифровыми технологиями (Интернет вещей, искусственный интеллект) и гармонизацию регуляторных рамок для обеспечения глобальной совместимости систем.

Список литературы

1. Omidian H., Omid Y. Blockchain in pharmaceutical life cycle management // Drug Discovery Today. – 2022. – Vol. 27, № 4. – P. 935–938.
2. Islam I., Islam M.N. A blockchain based medicine production and distribution framework to prevent medicine counterfeit // Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences. – 2024. – Vol. 36. – P. 101851.
3. Uddin M. Blockchain Medledger: Hyperledger fabric enabled drug traceability system for counterfeit drugs in pharmaceutical industry // International Journal of Pharmaceutics. – 2021. – Vol. 597. – P. 120235.

4. Rajabi R., Shadkam E., Khalili S.M. Design and optimization of a pharmaceutical supply chain network under COVID-19 pandemic disruption // Sustainable Operations and Computers. – 2024. – Vol. 5. – P. 102–111.
5. Aly M. et al. Development of an adaptation framework to implement a new professional pharmacy service (PPS) to a new environment // Research in Social and Administrative Pharmacy. – 2024. – Vol. 20. – P. 165–169.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА С ПАЦИЕНТАМИ, СТРАДАЮЩИМИ БОЛЕЗНЬЮ АЛЬЦГЕЙМЕРА

Родионова П.Д.

Волгоградский государственный медицинский университет

Кафедра биологии

Научный руководитель – преподаватель кафедры биологии Реброва Д.Н.

Актуальность. Болезнь Альцгеймера – прогрессирующая патология мозга, сопровождающаяся потерей памяти и когнитивных способностей. В 2024 году поздняя форма БА преобладала среди различных причин деменции в пожилом возрасте и была диагностирована у 4,5% обследованной популяции [1]. Искусственный интеллект (ИИ) помогает врачам как в диагностировании, так и в последующем лечении.

Цель исследования – обзор новейших технологий помощи пациентам с болезнью Альцгеймера, определение роли искусственного интеллекта в уходе за ними.

Материалы и методы исследования. Анализ отечественной и зарубежной литературы по заданной теме.

Результаты исследования. Ранняя форма болезни Альцгеймера связана с аутосомно-доминантными мутациями в генах *APP*, *PSEN1* и *PSEN2* [5]. Поздняя форма характеризуется множественными вариантами генов, повышающими риск заболевания, среди которых ключевым является аллель *APOE ε4*. Патогенез обеих форм включает нарушение метаболизма β-амилоида, образование патологических тау-белков, воспаление и окислительный стресс. Заболевание начинается с энторинальной зоны и гиппокампа, постепенно распространяясь на корковые структуры мозга.

Быстрое и внезапное прогрессирование заболевания заставляет ещё недавно автономных пациентов нуждаться в ежедневной посторонней помощи, делая их недееспособными, из-за чего важную роль играет ранняя диагностика и прогнозирование развития заболевания. ИИ-модели на основе глубокого обучения выявляют паттерны в комплексе данных пациента, позволяя прогнозировать развитие болезни за годы до появления клинических симптомов. ИИ анализирует медицинские данные, диагностируя болезнь Альцгеймера на ранних этапах с точностью около 78.5% [3]. Технологии позволяют предсказывать скорость прогрессирования индивидуально, улучшая выбор терапии. Так, алгоритмы, разработанные Калифорнийским университетом в Сан-Франциско в 2024 году, предсказывают вероятность возникновения болезни до семи лет вперёд с точностью 72% на основании сочетаний заболеваний (гиперхолестеринемия, остеопороз и др.) [6]. В Англии модель Кембриджского университета на выборке из более чем 1 900 участников прогнозировала прогрессирование от лёгких когнитивных нарушений к Альцгеймеру за три года с чувствительностью 82% и специфичностью 81% [4]. Особый интерес представляют технологии, которые могут внедряться в наши смартфоны. Уже сейчас существуют специальные сенсорные устройства, фиксирующие изменения речи, походки, сна и когнитивных реакций в реальном времени [7]. Интеграция этих данных в мультимодальные ИИ-модели повышает точность ранней диагностики и мониторинга.

Так как БА серьёзно влияет на быт пациентов и их близких, особое значение имеет технологии, облегчающие уход за такими больными. Для улучшения качества жизни пациентов с БА был изобретён специальный ассистент – «Ella AI», который ведёт персонализированные беседы, напоминания о приёме лекарств и распорядке дня, адаптирует когнитивные упражнения по уровню пациента и создаёт отчёты для врачей и ухаживающим за больным

персоналом [8]. Иммерсивное приложение виртуальной реальности с ИИ-помощником стимулирует когнитивные функции и стабилизирует эмоциональное состояние пациентов, создавая безопасную среду для тренировки памяти и социального взаимодействия [2]. Таким образом, ИИ-модели представляют особый интерес при разработке новых методов и стратегий профилактики и прогнозирования БА, а также при уходе за пациентами с данным заболеванием.

Выводы. Применение ИИ значительно повышает точность диагностики и эффективности терапевтического процесса при болезни Альцгеймера. Это даёт новые перспективы для улучшения качества жизни пациентов и разработки новых методов профилактики и лечения.

Список литературы

1. Чердак, М.А. Распространённость когнитивных нарушений у пожилых пациентов в Российской Федерации / М.А. Чердак, Е.А. Мхитарян, Н.В. Шарашкина [и др.] // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. — 2024. — Т. 124, № 4, вып. 2. — С. 5–11.
2. Al-Rajab, M. Interactive Virtual Application for Alzheimer's Disease and Dementia Patients / M. Al-Rajab, J. Lu, S. Amawi et al. // Sci Rep. — 2025. — Vol. 15. — P. 30584.
3. Amini, S. Forecasting Alzheimer's disease over six years using speech: a novel approach based on language models / S. Amini, B. Hao, J. Yang [et al.] // Journal Title. — 2023. — Vol. 14, № 1. — P. 1–15.
4. Lee, L.Y. Reliable and Interpretable Early Diagnosis Marker of Dementia Based on Artificial Intelligence in Real Clinical Settings / L.Y. Lee, D. Vaghari [et al.] // EClinicalMedicine. — 2024. — P. 12.
5. Tanzi, R.E. Genetics of Alzheimer's Disease / R.E. Tanzi // Cold Spring Harb Perspect Med. — 2012. — Vol. 2, № 10. — P. a006296.
6. Tang, A.S. Utilization of Electronic Health Records and Knowledge Networks for Predicting Alzheimer's Disease and Identifying Sex-specific Biological Features / A.S. Tang, K.P. Rankin, G. Cerono [et al.] // Nat Aging. — 2024. — Vol. 4. — P. 379–395.
7. Topol, E. Prediction and Prevention of Alzheimer's Disease / Eric Topol // Science. — 2025. — Vol. 388. — P. 3217.
8. Lindberg, G. Caring for Alzheimer's Patients with Personalized Artificial Intelligence Technology / Gregory Lindberg; Principal Investigator and Concept Developer of Ella AI. — 2024. — Доступ из Интернет: <https://www.ella-ai-care.com> (дата обращения: 05.10.2025).

ГОМЕОСТАЗ ОРГАНИЗМА, ЕГО НАРУШЕНИЕ И СПОСОБЫ КОРРЕКЦИИ

Самохвалов М.М., Самохвалова Э.О.

Юго-Западный государственный университет

Кафедра биомедицинской инженерии

Научный руководитель – к.т.н, доцент Родионова С.Н.

Актуальность. Поддержание гомеостаза является фундаментальным принципом функционирования живых систем. В современной медицине особое внимание уделяется нарушениям, связанным с хроническим системным воспалением и окислительным стрессом, которые лежат в основе патогенеза атеросклероза, метаболического синдрома, нейродегенеративных и онкологических заболеваний [1]. Ключевыми медиаторами этих процессов выступают провоспалительные ферменты, такие как циклооксигеназа-2 (COX-2), и факторы транскрипции, в частности NF-κB, регулирующий экспрессию генов воспаления [2]. Существующие синтетические препараты (НПВС) зачастую оказывают побочные эффекты, что актуализирует поиск природных соединений, способных мягко корректировать данные нарушения. Куркуминоиды, обладающие доказанной антиоксидантной и противовоспалительной активностью, представляются перспективными кандидатами для восстановления нарушенного гомеостаза [3].

Цель исследования

Целью работы являлось компьютерное моделирование взаимодействия основных куркуминоидов с молекулярными мишенями COX-2 и NF-κB для прогнозирования их эффективности в качестве корректоров гомеостаза.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось методами структурной биоинформатики. Трехмерные структуры белковых мишеней: циклооксигеназы-2 (COX-2, PDB ID: 5IKR) и p50-субъединицы фактора NF-κB (PDB ID: 1SVC) были получены из базы данных RCSB PDB. Лиганды (куркумин, деметоксикуркумин, бисдеметоксикуркумин) были подготовлены и оптимизированы в программе Avogadro 1.2.0. Процедура молекулярного докинга выполнена в программном пакете AutoDock Vina 1.2.0. Для COX-2 область докинга задавалась вокруг активного центра (центр: x=20,5, y=50,2, z=140,8), для NF-κB – в области ДНК-связывающего домена. Визуализация результатов и анализ взаимодействий проводились с использованием программного обеспечения PyMOL 2.5.

Результаты исследования

Результаты молекулярного докинга продемонстрировали высокую аффинность всех исследуемых куркуминоидов к обоим молекулярным мишеням, что свидетельствует об их потенциале как многоцелевых агентов. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Энергия связывания (ΔG, ккал/моль) куркуминоидов с мишенями воспаления

Лиганд	COX-2	NF-κB (p50)
Куркумин	-9,4	-10,8
Деметоксикуркумин	-10,1	-11,3
Бисдеметоксикуркумин	-9,2	-10,5

Как видно из таблицы 1, деметоксикуркумин проявил наивысшую активность в отношении как COX-2, так и NF-κB. Ингибирование COX-2 приводит к снижению синтеза провоспалительных простагландинов, в то время как связывание с субъединицей p50 фактора NF-κB препятствует его транслокации в ядро и запуску транскрипции провоспалительных генов [4]. Таким образом, куркуминоиды могут одновременно воздействовать на несколько звеньев патогенеза, нарушающих гомеостаз.

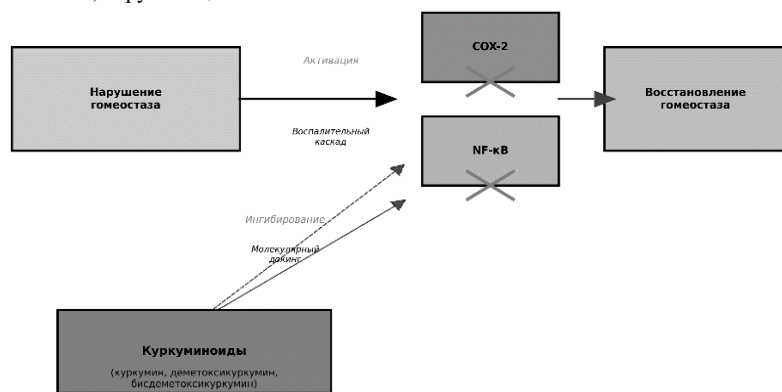


Рисунок 1. Схематическое изображение потенциального механизма коррекции нарушенного гомеостаза куркуминоидами

Выводы

1. Методами молекулярного докинга установлена способность куркуминоидов к высокоаффинному связыванию с ключевыми мишенями воспаления – ферментом COX-2 и фактором транскрипции NF-κB.

2. Выявлен наиболее перспективный лиганд – деметоксикуркумин, показавший наилучшие результаты по энергии связывания с обоими мишенями.

3. Обоснован потенциальный механизм коррекции окислительного и воспалительного гомеостаза, заключающийся в одновременном ингибировании нескольких патогенетических звеньев. Полученные данные являются теоретической основой для дальнейших экспериментальных in vitro и in vivo исследований в области биомедицинской инженерии и фармакологии.

Список литературы

1. Furman D. et al. Chronic inflammation in the etiology of disease across the life span // Nature Medicine. – 2019. – Vol. 25. – P. 1822–1832.
2. Liu T. et al. NF-κB signaling in inflammation // Signal Transduction and Targeted Therapy. – 2017. – Vol. 2, № 17023.
3. Hewlings S.J., Kalman D.S. Curcumin: A Review of Its' Effects on Human Health // Foods. – 2017. – Vol. 6, № 10. – P. 92.
4. Gupta S.C. et al. Therapeutic Roles of Curcumin: Lessons Learned from Clinical Trials // The AAPS Journal. – 2013. – Vol. 15, № 1. – P. 195–218.

СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ САХАРНОГО ДИАБЕТА: ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ГЛИКИРОВАННОГО ГЕМОГЛОБИНА (HbA1c)

Тишин Я.Н.

Юго-Западный государственный университет, Курск

Кафедра биомедицинской инженерии

Научный руководитель – к.т.н., доцент Родионова С.Н.

Актуальность. Сахарный диабет на сегодняшний день относится к числу наиболее распространенных и опасных хронических заболеваний, приводящих к серьезным осложнениям со стороны сердечно-сосудистой системы, почек, глаз и нервной системы. Своевременное выявление и контроль уровня сахара в крови необходимы как для профилактики, так и для лечения этого заболевания. Традиционные подходы, такие как тесты на толерантность к глюкозе и определение уровня сахара в крови натощак, требуют предварительной подготовки и могут привести к различным результатам. Следовательно, создание и внедрение более надежных, удобных в использовании и точных методов диагностики имеет решающее значение. В настоящее время измерение уровня гликированного гемоглобина (HbA1c) признано одним из наиболее точных и эффективных доступных методов [3,4].

Цель исследования. Цель исследования - оценить эффективность и надежность использования уровня гликированного гемоглобина (HbA1c) для диагностики сахарного диабета и преддиабета в клинических условиях.

Материалы и методы исследования. В исследовании приняли участие 30 человек в возрасте от 30 до 65 лет, у 15 из которых был подтвержден диагноз сахарного диабета 2 типа, а 15 человек составили контрольную группу без диабета. Все участники прошли комплексное обследование, включая:

- Определение уровня глюкозы в крови натощак. Измерение уровня глюкозы в крови после ночного голодания для оценки исходного уровня глюкозы в крови).

- Пероральный тест на толерантность к глюкозе (OGTT). Тест для измерения способности организма усваивать глюкозу, позволяющий получить представление о толерантности к глюкозе и чувствительности к инсулину).

- Определение уровня гликированного гемоглобина (HbA1c). Определяется с помощью высокоскоростной жидкостной хроматографии, точного метода измерения HbA1c, отражающего средний уровень глюкозы в крови за последние два-три месяца.

- Клинический осмотр и сбор анамнеза. Всесторонняя оценка для сбора соответствующей медицинской информации и контекста для каждого участника.

В исследовании использовались статистические методы для оценки эффективности теста на уровень HbA1c: корреляционный анализ сравнивал уровень HbA1c с уровнем глюкозы натощак, оценивая их взаимосвязь. Чувствительность и специфичность были определены с использованием кривой рабочих характеристик приемника, которая определяет оптимальный порог HbA1c для диагностики диабета, уравнивая частоту истинно положительных и ложноположительных результатов [1,2].

Результаты исследования. Анализ данных показал, что уровень HbA1c достоверно коррелировал с результатами теста на толерантность к глюкозе (коэффициент корреляции $r = 0,82$, $p < 0,001$) (таблица 1). У лиц с диагнозом сахарный диабет средний уровень HbA1c составлял $8,1 \pm 1,2\%$, тогда как в контрольной группе он составлял в среднем $5,2 \pm 0,4\%$. Снижение уровня HbA1c на 6,5% указывает на высокую точность диагностики диабета.

Таблица 1 – Результат теста на уровень HbA1c

№	Группа	HbA1c (%)	Результат ОГТТ	Диагноз (по всем тестам)
1	Диабет	8.5	Да	Да
2	Диабет	7.8	Да	Да
3	Диабет	6.7	Нет	Нет
4	Диабет	7.2	Да	Да
5	Диабет	5.9	Нет	Нет
6	Диабет	8.0	Да	Да
7	Диабет	6.3	Нет	Нет
8	Диабет	8.2	Да	Да
9	Диабет	7.0	Да	Да
10	Диабет	5.5	Нет	Нет
11	Контроль	5.1	Нет	Нет
12	Контроль	5.2	Нет	Нет
13	Контроль	5.0	Нет	Нет
14	Контроль	4.9	Нет	Нет
15	Контроль	5.3	Нет	Нет
16	Контроль	5.4	Нет	Нет
17	Контроль	5.2	Нет	Нет
18	Контроль	5.0	Нет	Нет
19	Контроль	4.8	Нет	Нет
20	Контроль	5.1	Нет	Нет
21	Контроль	5.2	Нет	Нет
22	Контроль	5.0	Нет	Нет
23	Контроль	5.3	Нет	Нет
24	Контроль	5.2	Нет	Нет
25	Контроль	4.9	Нет	Нет
26	Контроль	5.0	Нет	Нет
27	Контроль	5.4	Нет	Нет
28	Контроль	5.1	Нет	Нет
29	Контроль	5.2	Нет	Нет
30	Контроль	5.0	Нет	Нет

В этом исследовании чувствительность составила около 93%, а специфичность достигла 100%. Это подчеркивает, что измерение уровня HbA1c является эффективным и практичным подходом к раннему выявлению и лечению заболевания. Дальнейшее сравнение параметров показало, что тестирование уровня HbA1c является более последовательным и в меньшей степени зависит от привычек питания, стресса или физической активности по сравнению с тестированием уровня глюкозы натощак [3].

Расчеты чувствительности и специфичности приведены ниже:

1. Чувствительность. Это показатель того, насколько эффективно тест выявляет пациентов с данным заболеванием (в данном случае сахарным диабетом).

- В ходе исследования у 14 из 15 участников с сахарным диабетом уровень HbA1c был $\geq 6,5\%$.

- Чувствительность рассчитывается как число правильно идентифицированных пациентов с этим заболеванием, деленное на общее число пациентов с этим заболеванием. Таким образом, чувствительность = $14/15 \approx 93,3\%$.

2. Специфичность. Это показатель того, насколько эффективно тест выявляет пациентов без данного заболевания.

- В контрольной группе у всех участников уровень HbA1c был ниже 6,5%, что указывает на то, что они были правильно идентифицированы как не страдающие сахарным диабетом.

- Специфичность рассчитывается как количество правильно идентифицированных здоровых людей, деленное на общее количество здоровых людей. Таким образом, специфичность = $15/15 = 100\%$.

Эти результаты подчеркивают высокую диагностическую точность определения уровня HbA1c при сахарном диабете, а также превосходную чувствительность и специфичность данного исследования.

Заключение. Результаты исследования подтверждают значительную диагностическую ценность измерения уровня гликированного гемоглобина (HbA1c) в клинической практике. Этот метод не только эффективно выявляет сахарный диабет, но и быстро выявляет преддиабетические состояния, что позволяет проводить раннее вмешательство и минимизировать риск осложнений. Включение тестирования на уровень HbA1c в стандартные диагностические протоколы повышает удобство и надежность диагностики сахарного диабета, что делает его важнейшим инструментом для медицинских работников в лечении и предотвращении прогрессирования этого заболевания.

Список литературы

1. Баранов В. А., Громов В. В., Малых А. В. Современные методы диагностики и мониторинга сахарного диабета. // Медицинская лаборатория. 2020. № 6. С. 12–20.
2. Иванова О. А. Современные лабораторные методы определения HbA1c. // Лабораторная диагностика. 2019. № 3. С. 45–52.
3. Михайлов В. А., Попова И. В. Методы определения HbA1c: обзор и перспективы развития. // Медицинская химия и биохимия. 2022. № 1. С. 33–41.
4. Шмидт А. И., Карпов Ю. В. Новые методы определения HbA1c и их клиническое применение. // Журнал практической эндокринологии и диетологии. 2021. № 6. С. 40–47.

МЕТОДИКА САМОРАЗДРАЖЕНИЯ В ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ АДДИТИВНЫХ СОСТОЯНИЙ У ЖИВОТНЫХ. ОСНОВНЫЕ ТРУДНОСТИ НА ЭТАПЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Мосин О.А., Степанов Д.В., Евсеева М.А., Беленький А.Э.

ФГБОУ ВО Смоленский государственный медицинский университет,
г. Смоленск, Россия

Кафедра нормальной физиологии

Научный руководитель – д.м.н. профессор Евсеев А.В.

Актуальность. Электрическая самостимуляция, предложенная Д. Олдсом и П. Милнером в 1954 году, является ключевым методом изучения механизмов подкрепления у животных. В классическом варианте животное, помещённое в камеру Скиннера, замыкает электрическую цепь, тем самым через вживлённый электрод раздражая участок мозга, ответственный за подкрепляющее поведение [1]. Это активирует нейронные сети лимбической системы, вызывая чувство удовольствия и побуждая животное к повторению действий по замыканию цепи. Аналогичным образом действуют многие психоактивные вещества [2, 3].

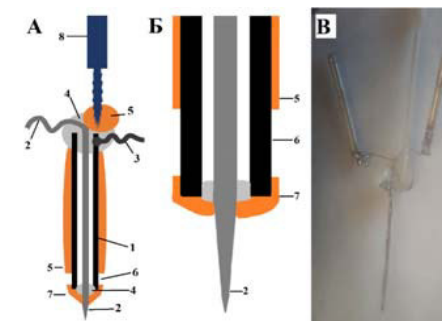
Из-за сложности подготовки и исполнения методика долгое время применялась только в Санкт-Петербурге сотрудниками отдела нейрофармакологии им. С.В. Аничкова ИЭМ, но её распространение среди исследователей в области психофизиологии, фармакологии и наркологии имеет определенную ценность.

Цель исследования – воспроизвести методику самостимуляции у крыс в условиях лаборатории нейрофизиологии Смоленского государственного медицинского университета.

Материалы и методы исследования. Подготовка к эксперименту состоит из трёх этапов: 1) изготовления электрода, 2) его введение в мозг крысы, фиксация и подключение к биостимулятору, 3) обучение крысы самостимуляции через нажатие на педаль. Опыты были выполнены на 10 белых крыс-самцов Wistar массой 200-220 г. Раздражающие электроды изготавливали вручную из нихромовой и медной проволоки, дентальных игл, а также эпоксидной и УФ-смолы. Операции по вживлению электродов проводили на крысах под комбинированным наркозом (ксиланит и везотил) с применением адаптированного стереотаксического прибора.

Результаты исследования. Для изготовления электрода нужно обладать достаточной концентрацией и аккуратностью, чтобы выполнить пайку мелких деталей – необходимо было надёжно закрепить медную проволоку, не перекрыв канал иглы, где должна пролегать нихромовая проволока. Критически важным являлась полная изоляция контактов друг от друга для предотвращения шунтирования тока, для чего применялась эпоксидная смола. Однако для её полного отверждения требовалось около 3-4 суток, что значительно увеличивало время подготовки. Не менее трудоемким оказался процесс изоляции самого электрода от тканей мозга с помощью УФ-смолы. Необходимо было оставить открытым только небольшой кончик нихромовой проволоки (0,3 мм) и торец иглы. Основной сложностью было точное дозирование смолы: слишком большая капля быстро стекала и не успевала равномерно покрыть поверхность, а слишком маленькая затвердевала, не достигнув основания. Если изоляция не удалась, то её снимали скальпелем и повторяли процедуру заново. Заключительным этапом было тестирование качества изоляции, которое проводилось путем проверки электрода в физиологическом растворе и наблюдением за отсутствием пузырьков электролиза в местах, покрытой изоляцией. Только после успешного прохождения всех тестов электрод считался готовым к использованию.

В результате первого этапа получается биполярный стимулирующий электрод, который почти на всем своем протяжении покрыт изоляцией из УФ-смолы (рис.1).



А – общая схема, Б – схема кончика, В – общий вид.

Обозначения: 1 – отпиленная часть иглы, 2 – заточенная нихромовая проволока без изоляции, 3 – припаянная к игле нихромовая проволока, 4 – изоляция из 2-х компонентной эпоксидной смолы, 5 – изоляция из УФ-смолы, 6 – прорыв изоляции, 7 – держатель (пластиковая зубочистка)

Рисунок 1. Биполярный раздражающий электрод для самостимуляции

На этапе вживления электрода возникли технические и хирургические сложности. Используемый стереотаксический прибор не был предназначен для крыс и потребовал модификации. Критически важной была подготовка черепа, так как неполное удаление надкостницы могло привести к утечке тока и нарушало фиксацию электрода. Сам процесс закрепления требовал исключительной аккуратности — при послойном нанесении УФ-смолы необходимо было исключить любое соприкосновение проводов между собой и с винтиками, чтобы предотвратить шунтирование. Дополнительным фактором риска была длительность операции (около 2 часов), создававшая угрозу преждевременного выхода животного из наркоза и необходимости дополнительного обезболивания.

После заживления раны начинался заключительный этап, основные трудности которого были связаны с поведением животных. Сначала требовалось правильно интерпретировать реакцию крысы на стимул: лишь ориентировочный рефлекс (поиск источника раздражения) считался положительным результатом, в то время как реакции избегания делали животное непригодным для дальнейших опытов. Процесс обучения нажатия на педаль требовал значительного терпения. Эффективные методы (ручная подача стимула, приманивание едой к педали) давали случайные нажатия, что необходимо для формирования ассоциативных связей, а прямые методы (прижатие лапки) вызвали сопротивление и были контрпродуктивны. Дополнительной сложностью была необходимость постоянно предотвращать стресс у животного, так как в этом состоянии крысы становились невосприимчивы к стимулам.

В результате, из 10 подготовленных крыс у половины фиксация была неудачной из-за проблем с удалением надкостницы и смолой. У 2 крыс с успешной фиксацией наблюдалась нейтральная реакция из-за расположения электрода на границе зон. У 3 крыс достигнута самостимуляция: одна садилась на педаль, а две демонстрировали классическую реакцию путём нажатия лапкой на педаль.

Выводы. В ходе освоения методики успешно преодолены трудности с изготовлением электродов и манипуляциями на мозге крысы. Методика открывает новые возможности для исследования мотивации, зависимости и пластичности мозга. Электрическая самостимуляция мозга помогает исследовать нейробиологические механизмы подкрепления и аддитивного поведения, определяя структуры мозга в системе вознаграждения и подтверждая единство механизмов подкрепления с действием психоактивных веществ. Успешное внедрение методики в лаборатории нейрофизиологии Смоленского медицинского университета расширяет возможности для изучения нейронных основ мотиваций, аддикций и пластичности мозга.

Список литературы

1. Пюрвеев С.С., Сизов В.В., Лебедев А.А. и др. Регистрация изменений уровня внеклеточного дофамина в прилежащем ядре методом быстросканирующей циклической вольтамперометрии при стимуляции зоны вентральной области покрышки, раздражение которой вызывает и реакцию самостимуляции / С. С. Пюрвеев, В. В. Сизов, А. А. Лебедев [и др.] // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2022. – Т. 108, № 10. – С. 1316-1328.
2. Шабанов П.Д., Лебедев А.А., Морозов В.И. и др. Подкрепляющие свойства психоактивных веществ модулируются системой пептидов орексина головного мозга / П. Д. Шабанов, А. А. Лебедев, В. И. Морозов, Р. О. Роик // Наркология. – 2016. – Т. 15, № 4(172). – С. 27-33.
3. Шабанов П.Д., Лебедев А.А., Якушина Н.Д. и др. Моделирование обсессивно-компульсивного и аддиктивного игрового поведения у крыс введением фенамина в тесте закапывания шариков / П. Д. Шабанов, А. А. Лебедев, Н. Д. Якушина [и др.] // Наркология. – 2017. – Т. 16, № 1(181). – С. 32-38.

IX. ЭКОНОМИКО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИТИКА В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВА ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ К ЧИСЛЕННОСТИ РОСТА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Марунич А.М.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра экономики и менеджмента

Научный руководитель – к.и.н., доцент Беляев С.А.

Актуальность. Определение зависимости производства основных видов лекарственных препаратов в Курской области к росту заболеваний данного профиля за период с 2021 по 2024 гг.

Цель исследования – составление сравнительной характеристики и определение темпов роста и зависимости производства лекарственных препаратов и заболеваемости в Курской области за последние 3 года (в период с 2021 по 2024 гг.).

Материалы и методы исследования. В ходе исследования был проведен анализ данных статистического ежегодника Курской области за период с 2021 по 2024 гг. Итоговая статистическая обработка и визуализация полученных результатов проводилась с помощью Microsoft® Office Excel 2016.

Результаты исследования. В 2021 – 2024гг. в Курской области отмечается рост показателей заболеваемости населения, в то время как производство лекарственных препаратов снижается. С 2021 года рост заболеваемости по Курской области вырос в 1,1 раза, а производство лекарственных препаратов лишь в 0,67 раз.

В настоящее время Курская область активно развивается. На территории Курской области имеется множество крупных предприятий по производству лекарственных средств, это производство как фармацевтического, так и биотехнологического спектра. К данным предприятиям относятся: ФАРМСТАНДАРТ-ЛЕКСРЕДСТВА, ФАРМПРОИЗВОДСТВО, БИОК – БИОФАБРИКА, ФГУП и другие. Вместе с тем численность заболеваний в Курской области также не стоит на месте. Передо мной стояла задача проанализировать данные из статистического ежегодника Курской области в периоде трех последних лет и составить общую диаграмму соотношения производства основных лекарственных препаратов к заболеваниям данного типа.

Таблица 1 – Темпы роста производства лекарственных препаратов (в процентах к предыдущему году)

Препараты для лечения	2021	2022	2023
сердечно-сосудистой системы	123,7	113,9	107,4
заболеваний кожи	в 3,8 р.	95,3	52,2
костно-мышечной системы	136,5	98,1	73,2
нервной системы	109, 2	102,5	68,6
Органов дыхательной системы	155, 4	115,8	107,2

Таблица 2 – Заболеваемость населения по основным классам болезней

Заболевание	2021	2022	2023
Всего, тыс. человек			
Болезни крови, кровеносных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	1,2	1,5	1,8
Болезни системы кровообращения	13,4	33,7	30,6
Болезни кожи и подкожной клетчатки	16,6	32,7	36,5
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	7,3	8,0	9,4
Болезни нервной системы	9,4	7,5	7,7
Болезни органов дыхания	356,1	379,7	357,5

Данные приведены из Статистического ежегодника Курской области [1].

Далее предстоит рассчитать общее количества заболевших по данным направлениям за период и перевести в проценты. Также определить и общее производство (в %) лекарственных препаратов.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика производства лекарственных препаратов и динамики роста заболеваний (в процентах по отношению к предыдущему году)

	2021	2022	2023
Производство лекарственных препаратов	183,54	89,51	74,89
Заболеваемость населения	110,78	114,63	95,77

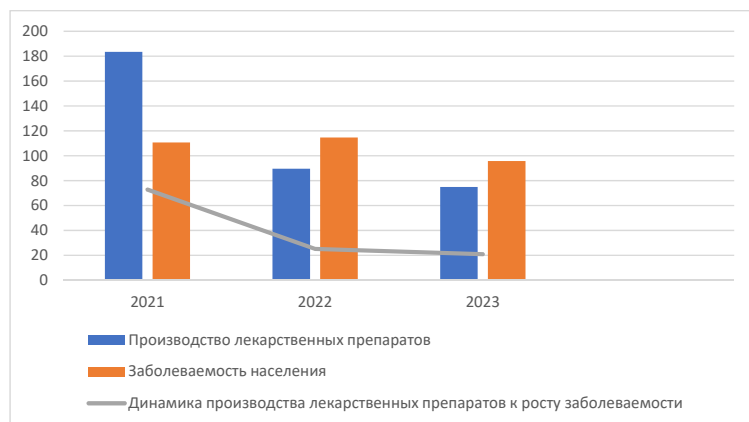


Рисунок 1. Сравнительная характеристика производства лекарственных препаратов и динамики роста заболеваний (в процентах) по Курской области за период с 2021 по 2024 гг.

Как мы видим из проанализированных данных в последнее время динамика роста заболевания по Курской области растёт, а производство необходимых лекарственных препаратов снижается. Это говорит о том, что необходимо повышать условия и возможности более эффективного производства лекарственных препаратов в Курской области. Сохранение и укрепление здоровья населения является приоритетной задачей органов исполнительной власти Курской области как составляющей части обеспечения устойчивого социально-экономического развития региона [2].

Выводы: в результате проведенного анализа можно сделать вывод о том, что за период с 2021 по 2024 гг. в Курской области наблюдается неблагоприятная обстановка по росту заболеваемости населения, а также низкий рост производства необходимых лекарственных средств. В связи с чем, мониторинг уровня заболеваемости жителей Курской области и си-

туации с производством лекарственных препаратов остаются важной составляющей единицей в организации системы здравоохранения и экономики Курской области.

Список литературы

1. Статистический ежегодник Курской области. 2024: Стат.сб. / Курскстат. – С 25 Курск, 2024 – 323 с. [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://kurskstat.gks.ru/storage/mediabank/ezhegodnik-24.pdf>.
2. Барсуков, Ю.И. Технологический суверенитет как основной тренд развития государственных биопредприятий / Ю.И. Барсуков // Биотехнология: научные исследования и связь с производством : Материалы Международной научно-практической конференции, Лосино-Петровский, 30–31 октября 2024 года. – Лосино-Петровский: Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности, 2024. – С. 14-17. – DOI 10.47804/978-5-89904-038-2-2024-14-17. – EDN CNJTI.

АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ОСНОВНЫМ КЛАССАМ БОЛЕЗНЕЙ

Симонов И.А.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра экономики и менеджмента

Научный руководитель: к.и.т.н., доцент Беляев С.А.

Актуальность. Заболеваемость населения является одним из наиболее значимых показателей общественного здоровья, отражающим уровень развития медицины, санитарной культуры и условий жизни населения. Современная структура заболеваемости характеризуется высоким уровнем хронических неинфекционных заболеваний (сердечно-сосудистые, эндокринные, онкологические), при этом сохраняется нагрузка инфекционной и паразитарной патологии. Изучение структуры заболеваемости по основным классам болезней позволяет своевременно оценить эффективность профилактических мероприятий и определить приоритеты здравоохранения.

Цель исследования – определить уровни и структуру заболеваемости населения России по основным классам болезней, проанализировать динамику показателей и выявить ключевые тенденции изменений за последние годы.

Материалы и методы исследования. В исследовании использованы официальные статистические данные Росстата, публикации Demoscope, а также материалы научных обзоров из CyberLeninka и международные исследования Global Burden of Disease (GBD) [3, 4, 5]. Применены методы статистического и сравнительного анализа, рассчитаны показатели общей и первичной заболеваемости. Классификация заболеваний основана на международной классификации болезней (МКБ-10) [5].

Результаты исследования. В таблице 1 представлена динамика общей и первичной заболеваемости населения России по данным Росстата и Demoscope.

Таблица 1 – Динамика заболеваемости населения России по данным Росстата и Demoscope

Год	Общая заболеваемость (на 1000 чел.)	Первичная заболеваемость (на 1000 чел.)	Источник
2007	771,0	—	Росстат [1]
2009	802,5	—	Росстат [1]
2017	1622	783	Demoscope [2]
2022	—	470	Demoscope [2]
2023	—	409	HSE [6]

Как видно из таблицы 1, в период с 2000-х по 2020-е годы наблюдается устойчивый рост общей заболеваемости населения. Уровень общей заболеваемости увеличился почти

вдвое по сравнению с 1990-ми годами. Особенно заметен рост болезней органов дыхания и эндокринной системы [2, 3].

Таблица 2 – Структура заболеваемости населения России по основным классам болезней (2022 год)

Класс болезней	Доля от общей заболеваемости, %	Источник
Болезни органов дыхания	53	Moluch [7]
Эндокринные заболевания (вкл. диабет, ожирение)	11	Moluch [7]
Болезни системы кровообращения	9	CyberLeninka [3]
Болезни мочеполовой системы	4	CyberLeninka [3]
Прочие классы	23	Сводные данные [1–4]

Структура заболеваемости показывает преобладание болезней органов дыхания (более 50 %), что связано с распространённостью простудных и вирусных заболеваний, а также с последствиями пандемии COVID-19. Высокая доля эндокринных нарушений (около 11 %) отражает рост распространённости ожирения и сахарного диабета II типа [7].

Факторы, влияющие на изменения заболеваемости:

1. Демографические процессы – старение населения увеличивает долю хронических болезней.
2. Социально-экономические факторы – изменение образа жизни, урбанизация, стресс.
3. Экологические факторы – загрязнение воздуха, воды, продуктов питания.
4. Эпидемиологические события – пандемия COVID-19 временно изменила структуру заболеваемости.
5. Улучшение диагностики и медицинского учёта – рост выявляемости заболеваний.

Выводы. 1. За последние десятилетия в России наблюдается устойчивый рост общей заболеваемости населения [1, 2].

2. Наибольший вклад в общую заболеваемость вносят болезни органов дыхания и эндокринной системы [3, 7].

3. Увеличение хронических неинфекционных заболеваний связано с демографическим старением и изменением образа жизни.

4. Для улучшения показателей здоровья необходима разработка региональных профилактических программ, направленных на борьбу с ожирением, диабетом и респираторными инфекциями.

Список литературы

1. Росстат. Заболеваемость населения России по основным классам болезней (2007–2024). URL: <https://rosstat.gov.ru>— Дата обращения: 06.10.2025
2. Demoscope. Динамика общей и первичной заболеваемости (2017–2022). URL: <https://demoscope.ru>— Дата обращения: 07.10.2025
3. CyberLeninka. Заболеваемость населения по основным классам болезней в регионах РФ. URL: <https://cyberleninka.ru>— Дата обращения: 08.10.2025
4. GBD. Global Burden of Disease Study. URL: <https://www.healthdata.org>— Дата обращения: 08.10.2025
5. WHO. Международная классификация болезней (ICD). URL: <https://www.who.int>— Дата обращения: 08.10.2025
6. HSE. Мониторинг заболеваемости населения России (2023). URL: <https://gos.hse.ru>— Дата обращения: 08.10.2025
7. Moluch. Структура заболеваемости населения России по данным 2022 года. URL: <https://moluch.ru>— Дата обращения: 08.10.2025

СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ БЕРЕМЕННЫХ, РОЖЕНИЦ И РОДИЛЬНИЦ

Бекмухамедова Д.Р.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра экономики и менеджмента

Научный руководитель – к. ист. н., доцент Беляев С. А.

Актуальность. В условиях демографических и социальных изменений важно анализировать здоровье женщин после беременности для планирования ресурсов здравоохранения и экономического прогнозирования. Изучение численности рожениц и распространённости осложнений помогает выявить тенденции, связанные с качеством медицинской помощи и экономическим бременем общества. Это необходимо для оценки ресурсов, поддерживающих здоровье матери и ребёнка, влияющих на экономическую стабильность и развитие системы здравоохранения.

Цель исследования. Анализ состояния здоровья беременных, рожениц и родильниц, выявление основных тенденций численности женщин, завершивших беременность в 2021–2023 гг. с экономической точки зрения. Исследование направлено на определение динамики заболеваний и осложнений, влияющих на качество медицинской помощи и экономику родо-вспоможения.

Материалы и методы исследования. Использованы официальные статистические данные 2021–2023 гг. о численности женщин, завершивших беременность, распространённости заболеваний и осложнений при родах. Применён сравнительный статистический анализ динамики показателей здоровья и их влияния на экономику здравоохранения.

Результаты исследования. Рассмотрены числовые показатели количества женщин, завершивших беременность в 2021–2023 годах. Отмечена отрицательная тенденция в численности женщин, закончивших беременность: с 8344 человек в 2021 году до 7122 в 2023 году, что свидетельствует о снижении рождаемости и количества прерываний беременности. Данные о количестве родов в срок, преждевременных родах и абортах дают возможность оценить структуру окончания беременности и выявить возможные экономические последствия снижения рождаемости и необходимости реорганизации медицинских услуг. Представленные данные отражают социально-экономические тенденции и требуют адаптации экономической политики в сфере материнства и детства.[1] [2]

Таблица 1 – Численность женщин, закончивших беременность

Численность женщин закончивших беременность	2021	2022	2023
Родами в срок	7587	6768	6567
Преждевременными родами	408	309	267
Абортами	349	306	288
Всего	8344	7383	7122

Статистические показатели заболеваемости беременных за 2021–2023 годы характеризуют изменчивость распространённости анемии, болезней системы кровообращения, сахарного диабета, осложнений с отеками и протеинурией, болезней мочеполовой системы и венозных осложнений. Наблюдается рост доли беременных с анемией и сахарным диабетом, что увеличивает экономические затраты на наблюдение и лечение. Анализируя данные по этим заболеваниям, можно предположить необходимость оптимизации экономических ресурсов на профилактические и лечебные мероприятия, направленные на снижение заболеваемости и улучшение здоровья матери.[1] [3]

Таблица 2 – Заболеваемость беременных

Заболевание	2021	2022	2023
Анемия, %	24,2	23,8	25,9
Болезни системы кровообращения, %	3,6	2,5	3,6
Сахарный диабет, %	6,2	6,7	7,1
Отеки, протеинурия и гипертензивные расстройства, %	5,2	5,7	5,6
Болезни мочеполовой системы, %	10,6	9,5	10,3
Венозные осложнения, %	5,1	5,1	5,5

Заболевания, осложнившие роды (на 1000 родов) Данные по заболеваемости, осложняющей роды, показывают изменения в структуре осложнений с 2021 по 2023 годы. Примечательно увеличение случаев отеков, протеинурии и гипертензивных расстройств, а также кровотечений в послеродовом и послеродовом периодах, что свидетельствует о возможном росте экономической нагрузки на родильные отделения и постродовый уход. В то же время наблюдается снижение частоты анемии и венозных осложнений, что может отражать улучшение качества профилактических мероприятий. Данная информация позволяет оценить потребности в ресурсах медучреждений и прогнозировать экономические затраты в сфере перинатальной помощи.[1] [3]

Таблица 3 – Заболевания, осложнившие роды (на 1000 родов)

Заболевание	2021	2022	2023
Анемия	129,5	127,2	117,9
Болезни системы кровообращения	40,3	48,4	46,9
Сахарный диабет	89,4	70,8	72,7
Отеки, протеинурия и гипертензивные расстройства	15,2	15,7	28,7
Болезни мочеполовой системы	87,1	71,8	83,2
Венозные осложнения	65,4	52,6	42,5
Кровотечение в послеродовом и послеродовом периодах	7,2	10,0	12,0
Нарушения родовой деятельности	30,5	33,3	25,9

Вывод. Проведенный анализ показывает снижение числа женщин, завершивших беременность, что оказывает важное социально-экономическое влияние на здравоохранение и демографию. Рост заболеваний среди беременных требует улучшения профилактики и эффективного распределения ресурсов. Изменения в осложнениях при родах нуждаются в оптимизации затрат и повышении качества помощи. В целом, данные подчеркивают необходимость комплексного подхода к планированию и финансированию услуг для матери и ребенка в период беременности и родов.

Список литературы

1. Статистический ежегодник Курской области 2024
2. Камаев Ю. О., Черкасов С. Н., Черкасова С. В., Курносиков М. С. Состояние здоровья беременных в Российской Федерации за период с 2000 по 2015 год // Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н. А. Семашко. 2017. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-zdorovya-beremennyh-v-rossiyskoy-federatsii-za-period-s-2000-po-2015-god> (дата обращения: 10.10.2025).
3. Абрамова С. В., Галыня А. С., Кисляев А. С., Фоминова Г. В., Цыбусов А. П. Влияние соматического статуса беременных женщин на течение и исход беременности // Огарёв-Online.

2022. №12 (181). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-somaticheskogo-statusa-beremennyh-zhenshin-na-techenie-i-ishod-beremennosti> (дата обращения: 10.10.2025).

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ПСИХИЧЕСКИМИ РАССТРОЙСТВАМИ В РОССИИ

Бурмистрова Э.Р.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра экономики и менеджмента

Научный руководитель – к.фарм.н. Бушина Н.С.

Актуальность. Психические расстройства представляют собой значимую медико-социальную проблему, оказывающую прямое влияние на качество жизни населения и эффективность системы здравоохранения. Анализ динамики заболеваемости за период 2010–2022 гг. позволяет выявить ключевые тенденции, включая снижение первичной диагностики в 2020 году, что может быть связано с ограничениями пандемии COVID-19. Полученные данные важны для оценки адекватности медицинской помощи и распределения ресурсов в психиатрической службе. Исследование также актуально в контексте глобального увеличения психических заболеваний, что делает необходимым адаптацию российских практик к международным стандартам. Результаты могут быть использованы для оптимизации профилактических программ и совершенствования нормативной базы в сфере охраны психического здоровья [1,2].

Цель исследования – выявить ключевые тенденции динамики заболеваемости психическими расстройствами в России за указанный период для оптимизации стратегий управления ресурсами здравоохранения.

Материалы и методы исследования. Статистические данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат). Применены методы обобщающих показателей, анализ рядов динамики.

Результаты исследования. Результаты расчета абсолютных и относительных изменений заболеваемости психическими расстройствами в РФ представлены в Таблице 1.

Таблица 1 – Изменение заболеваемости психическими расстройствами в России с 2010 по 2022 годы

Показатель	2010	2015	2019	2020	2021	2022
Заболеваемость (на 100 тыс. чел.)	52,0	42,7	39,7	34,2	36,5	40,0
Прирост:						
- абсолютный	—	–9,3	–3,0	–5,5	+2,3	+3,5
- относительный, %		–17,8	–7,0	–13,9	+6,7	+9,6
- средний, %		1,8% в год				

Проведенный анализ динамики заболеваемости психическими расстройствами в Российской Федерации за период с 2010 по 2022 годы позволил выявить несколько ключевых этапов эволюции данного показателя.

В целом, на протяжении десятилетия наблюдалось устойчивое снижение уровня выявляемости: с 52,0 случаев на 100 тыс. населения в 2010 году до 34,2 — в 2020 году. Такое сокращение составило почти 34%, что указывает на существенные изменения в системе диагностики, обращаемости населения или в самой структуре регистрируемых случаев.

Особое внимание заслуживает резкий спад, зафиксированный в 2020 году – с 39,7 до 34,2 на 100 тыс. населения. Снижение на 13,9% за один год выходит за рамки обычной динамики и, вероятнее всего, связано с последствиями пандемии COVID-19. В условиях введенных ограничений, карантинных мер и перегрузки системы здравоохранения наблюдалось значительное падение плановой медицинской помощи, включая психиатрическую. Многие пациенты откладывали или вовсе отказывались от обращения за помощью, что привело к ис-

кусственному снижению регистрируемой заболеваемости, не отражающему реального состояния психического здоровья населения.

Однако уже в 2021 году начался отчётливый рост показателя – до 36,5 на 100 тыс., а к 2022 году он достиг 40,0. За два года заболеваемость увеличилась на 16,9% по сравнению с минимумом 2020 года. Такая динамика может интерпретироваться как «постпандемический отскок»: накопленные за время изоляции и стресса случаи психических расстройств начали проявляться и фиксироваться системой здравоохранения. Кроме того, ухудшение социально-экономической ситуации, рост неопределённости, а также длительное эмоциональное выгорание населения в условиях пандемии и последующих геополитических потрясений, вероятно, внесли дополнительный вклад в рост выявляемости.

При этом важно отметить, что несмотря на краткосрочные колебания, общий тренд за весь период (2010–2022) остаётся отрицательным и достаточно устойчивым. Линейная регрессионная модель показывает среднегодовое снижение заболеваемости на 1,2% в год, при коэффициенте детерминации $R^2 = 0,86$, что свидетельствует о высокой степени соответствия модели реальным данным и наличии сильной линейной зависимости. Тем не менее, 2020 год демонстрирует значительное отклонение от этого тренда: наблюдаемое значение оказалось на 14,5% ниже прогнозируемого по модели, что является статистически значимым выбросом и подтверждает гипотезу о временной дисфункции системы учёта в условиях кризиса.

Прогноз на ближайшие годы (2023–2025) предполагает постепенную стабилизацию показателя в диапазоне 38–42 случаев на 100 тыс. населения, при условии сохранения текущих тенденций и отсутствия кардинальных изменений в диагностических критериях, системе учёта или социально-экономической обстановке. Возможен даже переход к умеренному росту, если факторы, связанные с посттравматическим стрессом, социальной изоляцией и экономической нестабильностью, продолжат оказывать давление на психическое здоровье населения.

Выводы. Долгосрочное снижение заболеваемости может отражать улучшение профилактики или изменения диагностических критериев. Пандемия COVID-19 исказила данные, вызвав временный спад с последующим ростом. Проведенный анализ подтвердил наличие значимых тенденций в заболеваемости психическими расстройствами в России с 2010 по 2022 гг., включая долгосрочное снижение показателей.

Список литературы

1. Казаковцев, Б. А. Развитие психиатрических служб и динамика заболеваемости психическими расстройствами в России за 25 лет / Б. А. Казаковцев, К. Н. Шаклеин, О. В. Сидорюк // Психическое здоровье. – 2022. – Т. 17, № 10. – С. 3-8. – DOI 10.25557/2074-014X.2022.10.3-8. – EDN VILXOJ.
2. Региональные различия в показателях первичной заболеваемости аффективными расстройствами / Б. А. Казаковцев, О. В. Сидорюк, И. А. Зражевская, С. А. Овсянников // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2019. – Т. 119, № 1-2. – С. 10-16. – DOI 10.17116/jnevro20191191210. – EDN SNBCKI.
3. Статистический ежегодник Курской области. 2024: Стат.сб./Курскстат. – С25 Курск, 2024 – 392 с.

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ОКАЗАНИЯ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ В СТАЦИОНАРАХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД 2018-2023 ГОДЫ

Гуляева В.Е.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра экономики и менеджмента

Научный руководитель – к.ф.н. Бушина Н.С.

Актуальность. Хирургическая помощь является одной из наиболее востребованных и ресурсозатратных областей медицины. Своевременное выполнение оперативных вмешательств напрямую влияет на качество жизни пациентов и исходы заболеваний. В условиях пандемии COVID-19 система здравоохранения столкнулась с необходимостью перераспределения ресурсов, что повлияло на доступность плановой хирургической помощи. Анализ статистических данных позволяет понять масштабы снижения хирургической активности и оценить темпы восстановления после кризиса [1,2].

Цель исследования - комплексный анализ динамики объемов хирургической помощи в стационарах Курской области за период 2018–2023 гг.

Материалы и методы исследования. Исследование проведено на основании данных, представленных в статистическом ежегоднике Курской области [3]. Применены методы статистических данных.

Результаты исследования. В ходе исследования была проведена оценка динамики количества хирургических вмешательств в стационарах Курской области за 2018–2023 гг. (рисунок 1).

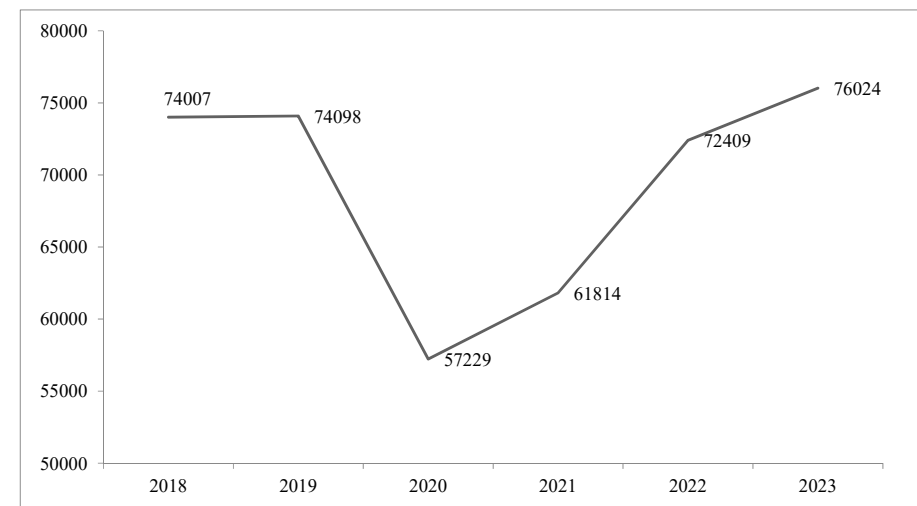


Рисунок 1. Динамика количества хирургических вмешательств в стационарах Курской области за 2018-2023гг., число операций

По совокупным данным общее число операций снизилось с 74 007 в 2018 году до 57 229 в 2020 году, что соответствует абсолютному снижению на 16 778 операций или 22,7%. Это тенденция связана с пандемией COVID-19, в результате которой значительная часть плановой хирургии была приостановлена. Однако уже к 2023 году объёмы оперативной активности восстановились и достигли 76 024 вмешательства, что превышает показатель 2018 года на 2,7% (+2017 операций).

Проведенный ретроспективный анализ объема оперативных вмешательств в регионе за шестилетний период выявил дифференцированную динамику по отдельным органам и системам, отражающую как медицинские, так и социально-демографические тенденции.

Максимальный рост зафиксирован в сосудистой хирургии (+75,5%), что, скорее всего, связано с внедрением эндоваскулярных технологий и улучшением диагностики. Операции на почках и мочеточниках показали умеренный прирост (+3,0%), несмотря на резкое снижение в 2020 году (–44,0%) из-за пандемии COVID-19. Восстановление объема к 2023–2024 гг. свидетельствует о высокой востребованности нефрологических и урологических вмешательств. Операции на органах брюшной полости и мужских половых органах продемонстрировали значительный рост (19,1% и 25,4% соответственно). В качестве основных причин можно выделить следующие: расширение малоинвазивных методов, в том числе лапароскопических. Выявленное сокращение гинекологических операций (–26,0%) может отражать переход на консервативное лечение (гормональная терапия, ФУЗ-абляция), а снижение вмешательств на молочной железе (–10,0%) коррелирует с ранней диагностикой рака (скрининговые программы) и применением органосохраняющих техник. Уменьшение объема операций в акушерстве на 4,5% соответствует общероссийскому тренду снижения рождаемости и росту числа естественных родов после предыдущих кесаревых сечений (VBAC). Костно-мышечные операции остались на уровне 2018 года (–3,7%), а вмешательства на коже/подкожной клетчатке снизились на 8,5%, что связано с переносом части процедур в амбулаторный сектор. Среднегодовой темп прироста хирургической активности составил 0,54%, что указывает на стабилизацию системы ОМС после пандемии.

В целом можно сказать, что дивергенция между направлениями (рост в сосудистой/урологической хирургии и снижение в гинекологии) отражает современные технологические сдвиги (миниинвазивные методы), изменения в эпидемиологии заболеваний и демографические факторы. Восстановительный тренд после 2020 года подтверждает адаптацию хирургической службы к кризисным условиям.

Выводы. Динамика хирургических вмешательств в Курской области за 2018–2023 годы отражает влияние внешних факторов, таких как пандемия COVID-19 в 2020 году, которая привела к значительному снижению объемов операций. Однако в последующие годы наблюдается восстановление и рост по большинству категорий, что свидетельствует о стабилизации системы здравоохранения. Особого внимания заслуживают операции на сосудах и почках, демонстрирующие устойчивый рост, что может указывать на улучшение диагностики и доступности специализированной помощи. Для дальнейшего развития рекомендуется усилить поддержку направлений, показавших негативную динамику.

Список литературы

1. Бушина, Н. С. Исследование влияния факторов внешней и внутренней среды на результативность региональной системы здравоохранения / Н. С. Бушина // Вопросы социально-экономического развития регионов. – 2016. – № 1(1). – С. 16-23.
2. Всемирная организация здравоохранения - URL: <https://www.who.int/ru> (дата обращения: 19.07.2025).
3. Статистический ежегодник Курской области. 2024: Стат.сб./Курскстат. – С25 Курск, 2024 – 392 с.

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ И ПРИЧИН ПЕРИНАТАЛЬНОЙ СМЕРТНОСТИ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ РФ

Венгеров Д.А.

**ФГБОУ ВО Волгоградский государственный медицинский университет Минздрава РФ
Кафедра биологии**

Научный руководитель – старший преподаватель кафедры биологии Реброва Д.Н.

Актуальность. Младенческая смертность служит важным индикатором здоровья населения и эффективности системы здравоохранения. Несмотря на общую тенденцию к снижению в России, по-прежнему остаются значительные региональные различия. Анализ данных за 2019–2025 годы раскрывает основные тенденции и позволяет оценить, как различные факторы влияют на уменьшение уровня младенческой смертности.

В 2019 году зафиксирован повышенный уровень перинатальной смертности 4,8% [5]. Основными причинами этого стали перинатальные осложнения, врожденные аномалии, инфекции и заболевания дыхательной системы [4]. В 2020 г. уровень перинатальной смертности опустился до 4,7 %, несмотря на пандемию COVID-19; в Южном и Приволжском федеральных округах наблюдался рост преждевременных родов. Основные причины: асфиксия, перинатальные нарушения дыхания, врожденные аномалии центральной нервной системы. В 2022 году показатель достиг 4,4 %; среди главных причин выделялись преждевременные роды, синдром респираторного дистресса и врожденные пороки сердца.[3] В Московской области усилилось воздействие социально-экономических факторов, осложняющих доступ к медицинской помощи. В 2023 г. — 4,2 %; ужесточенный контроль за беременностью в северных и центральных областях привёл к заметному сокращению случаев внутриутробных осложнений остаются — перинатальные патологии, а также врожденные аномалии.[5] В 2024 г. — примерно 4,0 %; в Центральном федеральном округе отмечено заметное улучшение показателей, чему способствовали развитие перинатальных центров и повышение квалификации неонатологов.[5] В 2025 г. — 3,6–3,4 %; по-прежнему главными причинами смертей являются перинатальные патологии и врожденные аномалии.[4]

Цель исследования: провести изучение отечественной литературы по изучаемому вопросу и на основе анализа данных выявить динамику и причины детской смертности за 5 лет.

Задачи

1. Выявить региональные особенности и факторы, влияющие на повышение перинатальную смертность
2. Сформулировать подходы к снижению перинатальной смертности в различных регионах РФ

Материалы и методы

Изучение и анализ отечественной литературы.

Результаты исследования:

Анализ литературы показал, что среди множества причин младенческой смертности, основными являются: перинатальные осложнения, врожденные аномалии, инфекции и заболевания дыхательной системы, асфиксия, перинатальные нарушения дыхания, врожденные аномалии центральной нервной системы, врожденные пороки сердца [3]. С 2019–2025 годов в России отмечается заметное снижение младенческой смертности, при этом наибольший прогресс наблюдается в регионах с хорошо развитой перинатальной инфраструктурой – в Центральном и Приволжском округах. Это обусловлено повышением качества медицинской помощи и более широким доступом к современным технологиям. В Северо-Кавказском и Дальневосточном округах – остаются значительные разрывы, вызванные недостаточной инфраструктурой и социально-экономическими трудностями.

Вывод: Несмотря на сохраняющиеся межрегиональные различия, в последние годы в ряде регионов России отмечается заметное улучшение ситуации с младенческой смертностью. Это прежде всего обусловлено активным внедрением программ перинатальной помощи, развитием инфраструктуры и повышением качества медицинского обслуживания. Осо-

бенно ярко это проявилось в Центральном и Приволжском федеральных округах, где значительно возросла доступность и уровень перинатальной помощи. Младенческая смертность является не только показателем эффективности работы здравоохранения, но и отражение социального благополучия населения. В период с 2019 по 2025 годы в России наблюдается общее снижение младенческой смертности, однако межрегиональные различия остаются значительными. Основными подходами к снижению младенческой смертности в России в период 2019–2025 гг. являются:

1. Повышение качества перинатальной помощи: Продвижение и формирование трёх-уровневой модели перинатального обслуживания. При грамотном планировании маршрутов потери сокращаются на 15–20 %.
- 2.Скрининговые мероприятия и генетические консультации. Контроль за хроническими заболеваниями матери.
3. Реабилитация новорожденных: Катамнестическое наблюдение у детей до трёх лет.

Список литературы

1. Агапов, И.П. Перинатальная помощь в России: проблемы и пути решения. – Санкт-Петербург: Наука и образование, 2021.
2. Иванов, В.И., Петрова, Л.В. Социально-экономические факторы младенческой смертности в России: региональный анализ. // Социология здравоохранения. – 2021. – № 4. – С. 45–58.
3. Куликов, А.Н. Младенческая смертность в России: анализ и прогнозы. // Российский медицинский журнал. –2022. – Т. 36. – С. 120–125.
4. Министерство здравоохранения РФ. Государственные доклады о состоянии здоровья населения и организации здравоохранения в Российской Федерации. Москва: Минздрав России, 2020–2025.
5. Росстат. Демографический ежегодник России. Статистический сборник. Москва: Федеральная служба государственной статистики, 2019–2025.

АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ПСИХИЧЕСКИМИ РАССТРОЙСТВАМИ И РАССТРОЙСТВАМИ ПОВЕДЕНИЯ, СВЯЗАННЫМИ С УПОТРЕБЛЕНИЕМ АЛКОГОЛЯ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Гайдукова Д.Д.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра экономики и менеджмента

Научный руководитель – к. ист. н., доцент Беляев С. А.

Актуальность. Расстройства, связанные с употреблением алкоголя, остаются серьезной медико-социальной проблемой, наносящей ущерб здоровью населения, демографической ситуации и экономике региона. Мониторинг и анализ как первичной, так и общей заболеваемости позволяет оценить эффективность существующей наркологической помощи и выявить новые вызовы для системы здравоохранения Курской области.

Цель исследования – проанализировать состояние и динамику первичной и общей заболеваемости алкоголизмом среди населения Курской области за период 2021–2023 годов.

Материалы и методы исследования. Проведен анализ данных официальной статистической отчетности. Использовались сведения о показателях первичной, впервые выявленной в течение календарного года, а также общей заболеваемости алкоголизмом. Показатель заболеваемости рассчитан на 100 000 населения. Данные были проанализированы описательно и визуализированы с помощью линейного графика для наглядного отображения динамики.

Результаты исследования. Статистика по первичной заболеваемости алкоголизмом показывает, что после значительного снижения на 12,7% в 2022 году последовал рост на 7,1% в 2023 году. Уровень новых случаев нестабилен, что указывает на сохраняющиеся риски и необходимость усиления профилактики. Общее число пациентов, состоящих на учете,

практически не меняется, сохраняясь на критически высоком уровне — около 880 случаев на 100 000 населения (таблица 1).

Таблица 1 – Заболеваемость психическими расстройствами и расстройствами поведения, связанными с употреблением алкоголя

Показатель	2021	2022	2023
Взято под наблюдение пациентов с впервые в жизни установленным диагнозом алкоголизм и алкогольные психозы:			
всего, человек	453	391	416
на 100 000 человек населения	41, 8	36, 5	39, 1
Численность пациентов, состоящих на учете в лечебно-профилактических организациях, с диагнозом алкоголизм и алкогольные психозы:			
всего, человек	9519	9459	9372
на 100 000 человек населения	882, 9	886, 5	883, 4

По данным таблицы за период с 2021 по 2023 год наблюдаются разнонаправленные тенденции для двух ключевых показателей. Число впервые выявленных больных на 100 000 человек населения в 2022 году снизилось по сравнению с 2021 годом, затем в 2023 повысилось. С общей распространенностью, то есть с численностью пациентов, состоящих на учете в лечебно-профилактических организациях на 100 000 человек населения, ситуация наоборот. В 2022 году наблюдается повышение по сравнению с 2021 годом, а в 2023 снижение, однако остается практически на одном уровне [1].

Данные таблицы показывают не просто случайные колебания, а отражение реальных социально-экономических и организационных процессов.

Как мы можем заметить, число больных в 2022 году снизилось по сравнению с 2021 годом (с 41,8 до 36,5 на 100 000 человек населения), однако в 2023 наблюдается повышение (до 39,1), а не дальнейшее ожидаемое снижение. Такая тенденция может быть связана с пандемией COVID-19. В 2020–2021 годах работа поликлиник и наркологических служб была перепрофилирована или ограничена. Люди избегали обращаться за помощью без острой необходимости. За это время сформировалась группа людей, у которых расстройство уже развивалось, но они не были официально диагностированы. В 2023 медицинская система полностью восстановила работу, и эти пациенты, наконец, попали в поле зрения врачей. Таким образом, произошла регистрация тех, кто «пропустил» диагноз в предыдущие годы, а не резкий скачек людей с расстройствами, связанными с употреблением алкоголя. Данная тенденция представлена на рисунке 1.

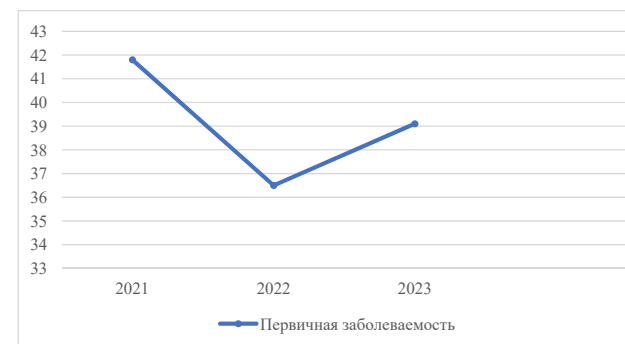


Рисунок 1. Динамика пациентов с впервые выявленным алкоголизмом

Рассмотрим теперь ситуацию с числом пациентов, страдающих алкоголизмом и поставленных на учет в лечебно-профилактических организациях. За 2022 год новые случаи уменьшились (с 453 до 391 в абсолютных числах). Но при этом снизилось число тех, кто был снят с учета (с 882,9 до 886,5 в абсолютных числах) [1].

Это также связано с последствиями пандемии COVID-19. В 2022 году могла снизиться смертность среди хронических алкоголиков, поскольку большинство людей умирало из-за эпидемии. Поэтому, несмотря на снижение потока больных, общее число учтенных возросло. А в 2023 году, когда COVID-19 стал отступать, снятых с учета в лечебно-профилактических организациях стало больше. Таким образом, на общее число учтенных алкоголиков больше влияет смертность среди хронических больных, а не колебание первичных случаев. Данная динамика отражена на рисунке 2.



Рисунок 2. Динамика численности пациентов, находящихся на учете в лечебно-профилактических учреждениях

Выводы. Несмотря на некоторый рост в 2023 году, уровень впервые выявленных случаев остается ниже, чем в 2021 году (39,1 против 41,8). Это может свидетельствовать об определенной эффективности первичной профилактики, однако неустойчивость динамики требует продолжения активной работы.

Показатель численности пациентов, состоящих на учете в лечебно-профилактических организациях с алкоголизмом и алкогольными психозами, стабильно превышает 880 человек на 100 000 населения. Это указывает на то, что в регионе сохраняется значительная прослойка населения, страдающая хроническими алкогольными зависимостями, что создает постоянную нагрузку на систему здравоохранения и социальные службы.

Сравнительный анализ показывает, что контингент больных алкоголизмом в области в основном сформирован. Основной задачей наркологической службы, помимо профилактики, становится обеспечение качественного диспансерного наблюдения, лечения и реабилитации уже состоящих на учете пациентов для предотвращения рецидивов и инвалидизации [2].

Список литературы

1. Статистический ежегодник Курской области. 2021: Стат.сб. / Курскстат. – С 25 Курск, 2021 – 424 с. [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://kurskstat.gks.ru/storage/mediabank/ezhegodnik-21.pdf>.
2. Шевцова, И. А. Статистика заболевания алкогольной зависимостью и алкогольными психозами в Российской Федерации / И. А. Шевцова, С. А. Стрекалова // Проблемы науки. – 2016. – № 11(12). – С. 57-58. – EDN XAKWEF.

АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Неклюдова А.А.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра экономики и менеджмента

Научный руководитель – к.и.т.н., доцент Беляев С.А.

Актуальность. Злокачественные новообразования представляют собой одну из наиболее значимых проблем современного здравоохранения. Влияние онкологических заболеваний на здоровье населения, экономику и социальную сферу требует постоянного мониторинга и анализа эпидемиологической ситуации на региональном уровне. Курская область не является исключением, и изучение динамики заболеваемости и распространенности злокачественных новообразований на ее территории представляется важной и актуальной задачей [2].

Цель исследования - Оценить динамику показателей заболеваемости и распространенности злокачественных новообразований среди населения Курской области за период 2021-2023 годов на основе данных официальной статистики.

Материалы и методы исследования. В качестве материала использованы данные статистической отчетности о заболеваемости злокачественными новообразованиями за 2021-2023 годы. Проведен анализ абсолютных и относительных показателей заболеваемости (количество новых случаев на 100 000 населения) и распространенности (количество пациентов, состоящих на учете на 100 000 населения).

Результаты исследования. Наблюдается отчетливое увеличение как заболеваемости, так и распространенности злокачественных новообразований в течение рассматриваемого периода (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика заболеваемости и распространенности злокачественных новообразований в Курской области за 2021-2023 годы

Год	Показатель			
	Зарегистрировано заболеваний у пациентов с впервые в жизни установленным диагнозом		Численность пациентов, состоящих на учете в лечебно-профилактических организациях	
	Всего, человек	На 100 000 человек населения	Всего, человек	На 100 000 человек населения
2021	5082	463,4	38377	3559,5
2022	5637	525,5	39469	3698,9
2023	6075	571,0	41035	3868,0

По данным таблицы за период 2021-2023 гг. наблюдается увеличение числа впервые выявленных случаев заболеваний как в абсолютном выражении, так и в расчете на 100 000 населения. Таким образом заболеваемость злокачественными новообразованиями в регионе растет. Однако темп прироста заболеваемости уменьшается с 12,20% в 2022 году до 8,66% в 2023 году. Это означает, что рост новых случаев происходит не так быстро, как раньше. Данная тенденция представлена на рисунке 1.

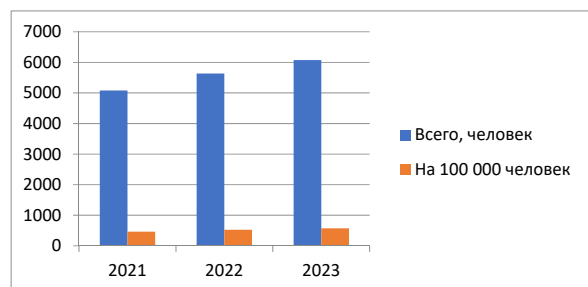


Рисунок 1. Динамика пациентов с впервые в жизни установленным диагнозом

Рассмотрим теперь ситуацию с числом пациентов, состоящих на учете в лечебно-профилактических организациях. Здесь число людей, живущих с этим диагнозом, также растет. Темп прироста распространенности увеличился с 3,92% в 2022 году (по сравнению с 2021 годом) до 4,57% в 2023 году (по сравнению с 2022 годом). Это свидетельствует об ускорении накопления контингента пациентов, наблюдающихся в связи с заболеванием. Данная динамика отражена на рисунке 2.

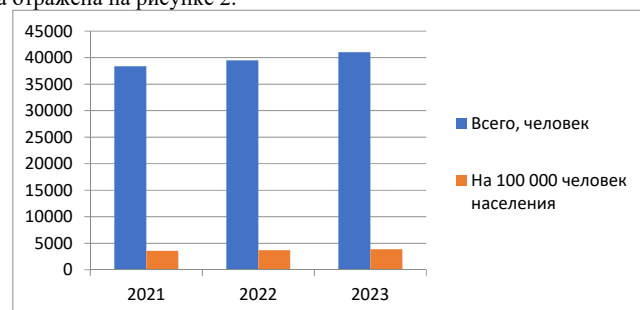


Рисунок 2. Динамика численности пациентов, состоящих на учете в лечебно-профилактических организациях

Данные приведены из Статистического ежегодника Курской области [1].

Выводы. Результаты проведенного анализа свидетельствуют о неблагоприятной эпидемиологической ситуации по злокачественным новообразованиям в Курской области. За период 2021-2023 гг. отмечается устойчивый рост и распространенность заболевания.

Данная тенденция требует пристального внимания со стороны органов здравоохранения и реализации комплекса мер, направленных на: усиление профилактических мероприятий; совершенствование системы ранней диагностики; оптимизацию лечения и реабилитации онкологических больных; повышение эффективности системы учета и анализа данных.

Список литературы

1. Статистический ежегодник Курской области. 2024: Стат.сб. / Курскстат. – С 25 Курск, 2024 – 323 с. [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://kurskstat.gks.ru/storage/mediabank/ezhegodnik-24.pdf>.
2. Каприн, А. Д. Злокачественные новообразования в России в 2022 году (заболеваемость и смертность) / под ред. А. Д. Каприна [и др.]. – Москва : МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2023. – 275 с. : ил. – ISBN 978-5-85502-290-2.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА В ФИНАНСИРОВАНИИ БИМЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ВУЗАХ

Родионович З.И.

Сибирский государственный университет путей сообщения
Кафедра менеджмента

Актуальность. Развитие биомедицинских исследований является стратегическим приоритетом для национальной системы здравоохранения и экономики. Ведущая роль в генерации новых знаний принадлежит высшей школе, однако бюджетного финансирования зачастую недостаточно для полного инновационного цикла. В этом контексте механизмы государственно-частного партнерства (ГЧП) представляются действенным инструментом консолидации ресурсов. Несмотря на потенциальные выгоды, уровень развития ГЧП в научно-исследовательской сфере остается низким, что актуализирует поиск сдерживающих факторов, среди которых ключевым является низкая финансовая культура научных коллективов.

Цель исследования – разработка модели оценки социально-экономической эффективности ГЧП в финансировании биомедицинских исследований в вузах, учитывающей параметры финансовой культуры и стоимость привлекаемого капитала.

Материалы и методы исследования. Методологическую основу составили системный и сравнительный анализ, методы инвестиционного анализа (NPV, IRR), метод экспертных оценок и построения системы взвешенных показателей. Базой для разработки комплексной методики послужил подход, представленный в работе Рогожиной А.Д., адаптированный к специфике биомедицинских исследований [1].

Результаты исследования. Проведенный анализ позволил идентифицировать ключевые барьеры развития ГЧП. К ним относятся высокие риски и длительные сроки окупаемости биомедицинских проектов, регуляторные препятствия и явление «долины смерти». Отдельной проблемой является низкая коммерциализационная и финансовая грамотность научных коллективов. Исследователи часто не владеют знаниями в области патентного права, бизнес-планирования и управления бюджетом проекта. Понятие финансовой культуры научного коллектива определяется как система знаний, компетенций и установок, позволяющих эффективно управлять финансовыми ресурсами и выстраивать коммуникацию с инвесторами. Ее формирование является задачей вуза и может осуществляться через специализированные модули и ресурсы, такие как пособия по финансовой культуре [2]. При этом объем и структура бюджетного финансирования вуза, как показано в работе [3], сигнализируют рынку о его надежности, напрямую влияя на стоимость привлекаемого партнерского капитала. Таким образом, государственное финансирование и финансовая культура выступают взаимодополняющими факторами инвестиционной привлекательности.

На основе проведенного анализа предложена двухуровневая модель оценки эффективности ГЧП, включающая экономический и социальный блоки. Экономический блок для частного партнера включает традиционные инвестиционные показатели, а для государства и вуза – бюджетный эффект и стоимость интеллектуальной собственности. Социальный блок оценивается с использованием модифицированной методики и включает такие показатели, как индекс доступности технологии, кадровый мультипликатор, уровень коммерциализационной грамотности коллектива, научно-публикационная активность и эффект для системы здравоохранения. Итоговая интегральная оценка выводится на основе взвешивания показателей двух блоков.

Выводы. Классические экономические модели оценки эффективности инвестиций недостаточны для комплексного анализа ГЧП в биомедицинских исследованиях в вузах [4]. Предложенная двухуровневая модель, интегрирующая финансовые и социальные критерии, а также учет уровня финансовой культуры и влияния бюджетного финансирования на стоимость капитала, позволяет получить более репрезентативную картину. Внедрение данной модели будет способствовать повышению прозрачности управленческих решений [5], росту

финансовой грамотности ученых и увеличению объема частных инвестиций в биомедицину за счет снижения воспринимаемых рисков.

Список литературы

1. Рогожина А. Д. Разработка комплексной методики оценки эффективности внедрения целевого образовательного кредитования / А. Д. Рогожина, А. В. Ломоносов // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2025. – Т. 1, № 10(160). – С. 133-140. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2025.10.01.014.
2. Попова, Т. А. Финансовая культура : Рабочая тетрадь / Т. А. Попова, А. В. Ломоносов, А. В. Фалеев. – Новосибирск : Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2025. – 52 с. – ISBN 978-5-7014-1170-6.
3. Ломоносов, А. В. Влияние бюджетного финансирования на стоимость клиентского капитала вуза / А. В. Ломоносов // Современные тренды развития общественных, корпоративных и личных финансов : Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, Новосибирск, 23 декабря 2021 года / Под научной редакцией Н.В. Фадейкиной. – Новосибирск: Новосибирский государственный университет экономики и управления "НИНХ", 2022. – С. 54-58. – EDN NGSBWT.
4. Мельников, А. Е. Финансовый механизм кластерного развития сферы здравоохранения: исследование зарубежного и отечественного опыта / А. Е. Мельников // Вестник Челябинского государственного университета. – 2017. – № 10(406). – С. 88-93. – EDN YLQNBH.
5. Коршевер, Н. Г. Характеристики принятия управленческих решений в медицинских организациях в динамике профессиональной деятельности руководителей здравоохранения / Н. Г. Коршевер, С. Н. Помошников // Здравоохранение Российской Федерации. – 2023. – Т. 67, № 1. – С. 23-28. – DOI 10.47470/0044-197X-2023-67-1-23-28. – EDN RGWGCH.

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Синач И.М.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра экономики и менеджмента

Научный руководитель – к.э.н., доцент Власова О.В.

Актуальность. Показатели здоровья населения в современном мире играют очень важную роль. Они являются важными индикаторами благополучия населения страны и основой для принятия управленческих решений на различных уровнях управления системой здравоохранения.

Цель исследования – проанализировать показатели здоровья населения Курской области за последние 5 лет.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось на основании данных, представленных в Курском статистическом сборнике. Были использованы статистические методы: обобщающих показателей, анализ рядов динамики.

Результаты исследования. Грипп и острые респираторные вирусные инфекции (ОРВИ) остаются одной из самых актуальных медицинских и социально-экономических проблем. В 2024 г. в Курской области зарегистрировано 304813 случаев заболевания острыми инфекциями верхних дыхательных путей (в 2023 году зарегистрировано 268391 случая, в 2022г. - 219093 случая, в 2021г. - 233089), в т. ч. у детей до 17 лет – 194153 случая. По данным Роспотребнадзора, в 2024 году, в Курской области зарегистрировано 169 случаев гриппа, из них 113 – среди детей, 56 – у взрослых [2]. Таким образом, отмечается рост зарегистрированных случаев заболевания населения региона острыми респираторными вирусными инфекциями на 30,8% в 2024 году по сравнению с 2021 годом. В 2023 году показатель заболеваемости туберкулезом составил 19,07% на 100 тыс. населения, что на 17,7% ниже показателя прошлого года (23,17%) и на 33,7% ниже показателя по РФ (28,76%). За последние 10 лет заболеваемость туберкулезом снизилась в области практически в 3 раза (2023 год – 19,07%; 2013 год – 62,33%). Из общего числа лиц, заболевших туберкулезом, наибольший

удельный вес приходится на неработающее население трудоспособного возраста 61,2% [1]. Заболеваемость ротавирусной инфекцией в 2023 г. составила 1,32% на 100 тыс. населения, что ниже уровня 2022г. (12,99%) на 89,83%. Наиболее поражаемым контингентом при ротавирусной инфекции являются дети, составляющие 92,85% в структуре патологии, причем дети до 14 лет – 92,85%, до 1 года – 42,85%, с года до 2 лет – 35,71%. В 2024 г. в Курской области групповая заболеваемость ротавирусной инфекцией не регистрировалась [1,2].

По информации о заболеваемости острыми кишечными инфекциями (ОКИ) среди взрослого населения за 2022–2023 годы, в Курской области наблюдалось снижение случаев. В 2022 году было выявлено 1575 новых случаев ОКИ, а в 2023 году показатель снизился на 68,7% и составил 493 новых случая заражения. В 2024 году случаи заболеваемости кишечными вирусами не регистрировались [1,2].

Вывод. Проведенный анализ демонстрирует различные тенденции в динамике заболеваемости жителей Курской области. Заболеваемость населения гриппом и ОРВИ выросла, что требует разработки более активных мер, направленных на профилактику данных болезней. Вместе с тем, заболеваемость туберкулезом, ротавирусной инфекцией и острыми кишечными инфекциями снизилась, что является благоприятным фактором качества жизни населения региона.

Список литературы

1. Статистический ежегодник Курской области [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://46.rosstat.gov.ru/> (дата обращения 24.02.2025).
2. Управление Роспотребнадзора в Курской области [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://46.rosпотреbnadzor.ru/> (дата обращения: 24.02.2025).

МОНИТОРИНГ ЧИСЛЕННОСТИ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ ПО ОТДЕЛЬНЫМ СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ В РОССИИ

Стребизж В.Н.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра экономики и менеджмента

Научный руководитель – к.фарм.н. Бушина Н.С.

Актуальность. В условиях трансформации системы здравоохранения и возрастания нагрузки на медицинских работников, обусловленной демографическими изменениями и эпидемиологическими вызовами, особую значимость приобретает систематический мониторинг кадрового обеспечения отрасли [1]. Анализ динамики численности врачей различных специальностей позволяет не только оценить текущее состояние трудовых ресурсов здравоохранения, но и выявить структурные дисбалансы, требующие корректировки в рамках государственной кадровой политики [2].

Цель исследования – комплексный анализ динамики численности медицинских работников по основным специальностям в Российской Федерации за период 2014-2023 гг., включая оценку структурных изменений и выявление устойчивых тенденций в распределении кадровых ресурсов.

Материалы и методы исследования. В основу исследования положены официальные статистические данные о численности медицинских работников по специальностям [3]. Применялись методы сравнительного анализа, структурно-динамической оценки и статистической обработки данных.

Результаты исследования. Проведенный анализ динамики общей численности врачей всех специальностей выявил значительное сокращение кадрового состава в 2015 году, составившее 36,4 тыс. человек. Однако в последующий период наблюдается устойчивая положительная тенденция, характеризующаяся ежегодным ростом численности медицинских работников данной категории. Данная динамика может свидетельствовать о восстановлении кадрового потенциала системы здравоохранения после кризисного периода, что согласуется с

реализацией государственных программ по привлечению и удержанию медицинских специалистов (табл. 1).

Таблица 1 – Динамика общей численности врачей в РФ за 2014-2023 гг.

Показатель	Годы									
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Общая численность врачей, тыс. чел	709,4	673	680,9	697,1	703,7	714,6	737,4	741,9	744,1	758,8
Абсолютное изменение, тыс. чел	-	-36,4	7,9	16,2	6,6	10,9	22,8	4,5	2,2	14,7
Относительное изменение, %	100	-5,1	1,2	2,4	1,0	1,5	3,2	0,6	0,3	2,0

Структурный анализ численности врачей по отдельным специальностям (табл.2), проведенный на основании данных раздела 8.7 статистического ежегодника Курской области [3], позволил сделать следующие обобщенные выводы

Таблица 2 – Структура численности врачей по отдельным специальностям в РФ за 2014-2023 гг.

Показатель	Доля от общей численности врачей в РФ, %									
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Терапевтический профиль	22,9	23,7	24	24,2	24,6	24,7	24,6	24,7	24,8	25,0
Хирургический профиль	9,7	10,0	10,6	10,6	10,6	10,7	10,6	10,6	10,9	11,0
Акушеры-гинекологи	6,1	6,4	6,3	6,3	6,2	6,1	6,0	5,9	5,8	5,7
Педиатры	9,2	9,7	8,6	8,6	8,7	8,6	8,5	8,3	8,3	8,3
Офтальмологи	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Отоларингологи	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0
Неврологи	3,9	4,1	4,1	4,1	4,1	4	3,9	3,9	3,9	3,8
Дермато-венерологи	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6
Психиатры, наркологи	3,2	3,1	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9
Стоматологи	8,7	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	9,2	9,3	9,3

Выявлен устойчивый рост численности специалистов терапевтического профиля с 68,6 тыс. человек в 2014 году до 83,7 тыс. человек в 2023 году. Удельный вес данной категории в общей структуре медицинских кадров увеличился с 9,7% до 11%, что свидетельствует о постепенном усилении первичного звена здравоохранения. При этом динамика темпов прироста демонстрировала значительную вариабельность – от 1,2% до 6,8% с максимальным значением в 2016 году. Численность хирургических специалистов за анализируемый период оставалась относительно стабильной (43,4-43,5 тыс. человек), однако их доля в общей структуре сократилась с 6,1% до 5,7%. Отдельного внимания заслуживает факт наличия периодов с отрицательными темпами прироста, в частности в 2015 и 2021 годах. Численность врачей-педиатров в абсолютных показателях резко снизилась в 2015 году, а далее немного увеличилась, оставаясь стабильной на протяжении рассмотренного нами периода, а доля в структуре врачей данной специальности с каждым годом снижается. Несмотря на относительную стабильность абсолютных показателей численности акушеров-гинекологов (43-44 тыс. человек), отмечается снижение удельного веса специалистов данного профиля с 6,1% до 5,7%. Эта тенденция вызывает определенную озабоченность в контексте обеспечения качественной медицинской помощи в сфере репродуктивного здоровья. Численность офтальмологов продемонстрировала положительную динамику (с 17,4 до 19,9 тыс. человек), а их доля увеличилась с 2,5% до 2,6%. В то же время, показатели по оториноларингологам оставались практически неизменными (12,5-12,9 тыс. человек), что может свидетельствовать о недостаточном внимании к развитию данного направления. Рост абсолютной численности неврологов (с 27,6 до 29,1 тыс. человек) сопровождался снижением их доли в общей структуре (с 3,9% до

3,8%). Число врачей-дерматовенерологов практически не изменилось как в абсолютных показателях (11,6-11,7 тыс. человек), так и в структурном соотношении, что заставляет задуматься об организации и проведении профориентационных мероприятий по данным направлениям. Зафиксировано сокращение численности специалистов – психиатров и наркологов (с 22,8 до 22,0 тыс. человек) и их доли (с 3,2% до 2,9%). Эта тенденция вызывает особую тревогу в условиях наблюдаемого в последние годы роста психических расстройств и наркологических заболеваний среди населения. Устойчивый рост наблюдается среди врачей-стоматологов – как абсолютных показателей (с 61,7 до 62,9 тыс. человек), так и удельного веса в общей структуре (с 8,7% до 9,3%), что отражает развитие данного сегмента медицинской помощи.

Выводы. Результаты проведенного исследования позволили идентифицировать ключевые тенденции в кадровом обеспечении российской системы здравоохранения. Установлено, что устойчивая динамика роста численности терапевтов отражает поступательное развитие первичного звена медицинской помощи, тогда как увеличение количества стоматологов указывает на активизацию коммерческого сегмента в данной сфере. Одновременно выявлено сокращение удельного веса акушеров-гинекологов, психиатров и наркологов, что свидетельствует о необходимости разработки целевых мер по стимулированию притока специалистов в эти области. Отсутствие значимой динамики в численности отоларингологов и дерматовенерологов обуславливает актуальность пересмотра существующих подходов к кадровому планированию в указанных направлениях. Обнаруженные диспропорции в профессиональном распределении медицинских кадров подчеркивают важность внедрения дифференцированных программ подготовки и закрепления специалистов с учётом региональных и отраслевых особенностей.

Список литературы

1. Вечорко, В.И. Роль кадрового мониторинга в оценке инновационных мер по обеспечению регионального здравоохранения ресурсами / В.И. Вечорко, Ю.В. Мирошников - Здравоохранение РФ. 2019. №4. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-kadrovogo-monitoringa-v-otsenke-innovatsionnyh-mer-po-obespecheniyu-regionalnogo-zdravoohraneniya-resursami> (дата обращения: 19.07.2025).
2. Зудин, А.Б. Проблемы кадрового обеспечения как современная тенденция в развитии национальных систем здравоохранения / А.Б. Зудин - Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2019. №3 - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-kadrovogo-obespecheniya-kak-sovremennaya-tendentsiya-v-razvitii-natsionalnyh-sistem-zdravoohraneniya> (дата обращения: 18.07.2025).
3. Статистический ежегодник Курской области. 2024: Стат.сб./Курскстат. – С25 Курск, 2024 – 392 с.

ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ПО ОСНОВНЫМ КЛАССАМ БОЛЕЗНЕЙ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2020-2023 ГГ.

Фетисова Д.И.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра экономики и менеджмента

Научный руководитель – к.фарм.н. Бушина Н.С.

Актуальность. Изучение заболеваемости населения представляет собой важный эпидемиологический индикатор, отражающий как состояние общественного здоровья, так и эффективность функционирования системы здравоохранения. Проведение анализа динамики показателей заболеваемости по ведущим классам болезней позволяет идентифицировать ключевые тенденции, оценить влияние социально-экономических, экологических и организационно-медицинских факторов, а также сформулировать научно обоснованные профилактические и лечебные стратегии [1,3].

В рамках реализации национальных и федеральных проектов в области здравоохранения, вступивших в силу с 2025 года, особая роль отводится борьбе с социально значимыми заболеваниями, что требует глубокого и системного анализа заболеваемости населения для оценки эффективности принимаемых мер [2].

Цель исследования - оценка динамики заболеваемости населения Курской области по основным классам болезней за последние годы, выявление ключевых тенденций и возможных причин их изменений.

Материалы и методы. В работе использованы данные официальной статистики [4], методы сравнительного и временного анализа, что позволяет получить достоверные выводы для дальнейшего планирования медицинской помощи в регионе.

Результаты исследования. При проведении анализа структуры общей заболеваемости по классам болезней были определены ключевые нозологические группы, формирующие основной эпидемиологический груз в исследуемой популяции.

Таблица 1 – Структура и динамика заболеваний по отдельным классам болезней в Курской области за 2020-2023 гг.

Показатель	2020	2021	2022	2023	Среднее значение
Болезни органов дыхания					
- абсолютное значение, тыс. случаев	313,2	356,1	379,7	357,5	351,6
- удельный вес, %	57,2	57,8	55,4	56,4	56,7
- темп прироста, %	-	+13,7	+6,6	-5,8	+4,8
Травмы, отравления и последствия внешних причин					
- абсолютное значение, тыс. случаев	65,2	67,3	67,3	70,5	67,6
- удельный вес, %	11,9	10,9	9,8	11,1	10,9
- темп прироста, %	-	+3,2	0	+4,8	+2,7
Болезни системы кровообращения					
- абсолютное значение, тыс. случаев	1,1	1,2	1,7	1,8	1,5
- удельный вес, %	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
- темп прироста, %	-	+9,1	+41,7	+5,9	+18,7
Болезни кожи и подкожной клетчатки					
- абсолютное значение, тыс. случаев	20,3	16,6	32,7	36,5	26,5
- удельный вес, %	3,7	2,7	4,8	5,8	4,3
- темп прироста, %	-	-18,2	+97	+11,6	+42,3

Болезни органов пищеварения					
- абсолютное значение, тыс. случаев	8,2	8,0	11,0	16,4	10,9
- удельный вес, %	1,5	1,3	1,6	2,6	1,75
- темп прироста, %	-	-2,4	+37,5	+49,1	+28,1
Все болезни					
- абсолютное значение, тыс. случаев	547,7	615,8	685,5	633,6	620,7
- удельный вес, %	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
- темп прироста, %	-	12,4	11,3	-7,6	4,9

Анализ структуры и динамики заболеваемости по отдельным классам болезней в Курской области за 2020–2023 гг. выявил ряд существенных тенденций, отражающих комплексное влияние эпидемиологических, социальных и экологических факторов.

На протяжении всего анализируемого периода болезни органов дыхания сохраняли лидирующие позиции в структуре общей заболеваемости, составляя в среднем 56,7% от всех зарегистрированных случаев. Пик заболеваемости пришелся на 2022 год (379,7 тыс. случаев), что, вероятно, связано с постпандемическими последствиями и циркуляцией респираторных вирусов. Последующее снижение в 2023 году (-5,8%) может свидетельствовать о стабилизации эпидемиологической обстановки и эффективности профилактических мероприятий.

Травмы, отравления и последствия внешних причин демонстрировали относительную стабильность с незначительным ростом к 2023 году (70,5 тыс. случаев). Удельный вес данной патологии в структуре заболеваемости снизился с 11,9% в 2020 году до 9,8% в 2022 году, что может отражать сезонные колебания и влияние ограничительных мер в отдельные периоды. Небольшое увеличение абсолютных значений при сокращении доли в общей структуре указывает на опережающий рост других классов заболеваний.

Несмотря на невысокий удельный вес (0,2–0,3%), болезни системы кровообращения продемонстрировали выраженную положительную динамику с максимальным темпом прироста в 2022 году (+41,7%). Кумулятивный рост за четыре года составил 63,6%, что требует углубленного изучения факторов риска, включая стрессогенную нагрузку, доступность медицинской помощи и особенности диагностики.

Наиболее значительные изменения наблюдались в группах болезней кожи и подкожной клетчатки, а также органов пищеварения. Первые показали стремительный рост в 2022 году (+97%), что может быть связано с экологическими факторами, изменением структуры питания или последствиями перенесенных инфекций. Болезни органов пищеварения демонстрируют устойчивую восходящую траекторию с пиком в 2023 году (+49,1%), что требует анализа региональных особенностей питания, качества питьевой воды и доступности гастроэнтерологической помощи.

Суммарная заболеваемость достигла максимума в 2022 году (685,5 тыс. случаев) с последующим снижением в 2023 году, что коррелирует с общероссийскими тенденциями выхода из пандемического периода. Среднегодовой темп прироста всех нозологий составил +4,9%, что указывает на необходимость дальнейшего мониторинга и адаптации системы здравоохранения к меняющейся эпидемиологической нагрузке.

Выводы. На основании анализа динамики и структуры заболеваемости в Курской области за 2020-2023 гг. выявлены устойчивые эпидемиологические тенденции, требующие комплексного управленческого реагирования. Ключевыми проблемами являются: абсолютное доминирование болезней органов дыхания (56,7% в структуре заболеваемости), стремительный рост патологий системы кровообращения (кумулятивный прирост 63,6%) и органов пищеварения (+49,1% в 2023 г.). В качестве первоочередных мер можно предложить следующие: реализация целевых программ сезонной профилактики ОРВИ и гриппа; создание межведомственной рабочей группы по снижению кардиорисков; усиление экологического

мониторинга в промышленных зонах; развитие телемедицинских технологий для обеспечения доступности медицинской помощи. Данный подход позволит перейти от реагирования на свершившиеся изменения в заболеваемости к проактивному управлению рисками здоровья населения региона. Мониторинг эффективности вмешательств и своевременная коррекция программ должны стать неотъемлемым элементом региональной политики в сфере здравоохранения.

Список литературы

1. Бушина, Н. С. Исследование влияния факторов внешней и внутренней среды на результативность региональной системы здравоохранения / Н. С. Бушина // Вопросы социально-экономического развития регионов. – 2016. – № 1(1). – С. 16-23.
2. Подшивалов, Д. В. Основные направления государственной поддержки системы здравоохранения / Д. В. Подшивалов, Д. А. Кравченко // European research: innovation in science, education and technology : XXXV INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE, London, 28–29 декабря 2017 года. – London: PROBLEMS OF SCIENCE, 2017. – С. 26-28. – EDN YSVCD A.
3. Степанова, Л. Д. Статистический анализ динамики заболеваемости населения РФ по основным классам болезней / Л. Д. Степанова, Н. М. Королев // Региональный вестник. – 2016. – № 3(4). – С. 36-38. – EDN WYYNWT.].
4. Статистический ежегодник Курской области (2024): статистический сборник // <https://youthlib.mirea.ru/ru/reader/6615> (дата обращения: 05.09.25).

МЛАДЕНЧЕСКАЯ СМЕРТНОСТЬ ПО КУРСКОЙ ОБЛАСТИ 2022-2024 ГГ.: СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Щеглова Д.В.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра экономики и менеджмента
Научный руководитель – к.и.ст.н., доцент Беляев С. А.

Актуальность. Младенческая смертность является ключевым индикатором благополучия общества и эффективности системы здравоохранения. Исследование динамики младенческой смертности за 2022-2024 гг. позволит оценить эффективность реализуемых программ и выявить факторы, препятствующие дальнейшему снижению данного показателя, что необходимо для разработки целенаправленных профилактических и лечебных мероприятий.

Цель исследования – провести статистический анализ младенческой смертности по Курской области за 2022-2024 гг. для выявления тенденций, ведущих причин и факторов риска с целью разработки научно обоснованных рекомендаций по оптимизации системы охраны здоровья матери и ребёнка и снижению младенческой смертности.

Материалы и методы исследования. В качестве материалов исследования использованы данные о младенческой смертности по Курской области за 2022-2024 гг., предоставленные Территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Курской области.

Результаты исследования. Младенческая смертность, определяемая как число смертей детей в возрасте до одного года на 1000 родившихся живыми, является одним из важнейших индикаторов социально-экономического развития территории и эффективности системы здравоохранения. Уровень младенческой смертности отражает качество медицинской помощи матерям и детям, доступность профилактических и лечебных мероприятий, а также общее состояние здоровья населения. В Российской Федерации, как и во всём мире, снижение младенческой смертности является приоритетной задачей государственной политики в сфере здравоохранения. Курская область, обладая развитой системой здравоохранения и значительным социально-экономическим потенциалом, демонстрирует определённые успехи в снижении младенческой смертности, однако сохраняются актуальные проблемы и нерешённые вопросы, требующие дальнейшего изучения и целенаправленных мер.

Для оценки младенческой смертности по Курской области за период с 2022 по 2024 год был проведён анализ статистических данных, предоставленных Территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Курской области (табл. 1) [1], где представлены основные показатели, характеризующие динамику смертности.

Таблица 1 – Младенческая смертность по Курской области за 2022-2024 гг.

Годы	Умершие в возрасте до 1 года мальчики и девочки, человек	В том числе	
		Мальчики	Девочки
2022	37	22	15
2023	26	15	11
2024	25	14	11

Рассмотрим подробно динамику младенческой смертности по Курской области, представленную в виде наглядной диаграммы (рис. 1).

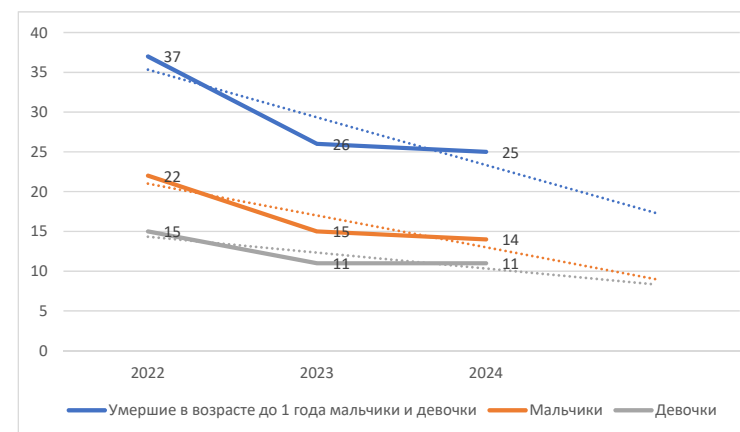


Рисунок 1. Младенческая смертность по Курской области, человек

По данным, представленным в диаграмме, видно, что количество умерших мальчиков в 2024 году составляло 14 детей, что на 8 детей меньше, чем в 2022 году; количество умерших девочек в 2024 году составляло 11 детей, что на 4 ребёнка меньше, чем в 2022 году. В общем виде динамика младенческой смертности по Курской области имеет тенденцию к снижению.

Определим основные причины младенческой смертности [2] по Курской области, которыми являются:

1. Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде;
2. Врождённые аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения;
3. Болезни органов дыхания;
4. Инфекционные и паразитные болезни;
5. Травмы и другие внешние причины.

Также необходимо выделить следующие основные факторы риска, способствующие повышению младенческой смертности по Курской области:

1. Низкий социально-экономический статус семьи;
2. Неблагоприятный образ жизни матери;
3. Наличие сопутствующих заболеваний у матери;
4. Недоношенность и малый вес при рождении;
5. Врождённые аномалии (пороки развития) у ребёнка;

6. Недостаточная доступность и качество медицинской помощи.

Для решения проблемы младенческой смертности по Курской области необходимо сформулировать основные перспективные направления [3]:

1. Совершенствование системы пренатальной диагностики и консультирования беременных женщин;
2. Улучшение качества медицинской помощи в родовспомогательных учреждениях;
3. Развитие системы выездной консультативной помощи новорожденным;
4. Укрепление системы профилактики и лечения заболеваний органов дыхания у детей;
5. Проведение мероприятий по формированию здорового образа жизни у беременных женщин и семей с детьми;
6. Улучшение социально-экономических условий жизни семей с детьми.

Выводы. Подводя итог, младенческая смертность по Курской области демонстрирует тенденцию к снижению, однако сохраняются актуальные проблемы и нерешённые вопросы, требующие дальнейшего изучения и целенаправленных мер. Сформулированные перспективные направления позволяют добиться дальнейшего снижения младенческой смертности по Курской области.

Список литературы

1. Статистический ежегодник Курской области. – Курск : Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Курской области, 2024. – URL: https://46.rosstat.gov.ru/publication_collection/document/39278 (дата обращения: 09.10.2025);
2. Общественное здоровье и здравоохранение. Национальное руководство / гл. ред. Г. Э. Улумбекова, В. А. Медик. - 2-е изд. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 1144 с. - ISBN 978-5-9704-6723-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970467237.html> (дата обращения: 10.10.2025). - Режим доступа : по подписке;
3. Баранов А. А., Альбицкий В. Ю., Намазова-Баранова Л. С. Смертность детского населения в России: состояние, проблемы и задачи профилактики. Вопросы современной педиатрии. 2020; 19(2):96-106. DOI: 10.15690/vsp.v19i2.2102.

X. ОТРАСЛЕВАЯ И РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, ПОСТУПАЮЩИХ СО СТОЧНЫМИ ВОДАМИ В ВОДОЕМЫ

Гамза В.А.

Курский государственный медицинский университет Кафедра экономики и менеджмента

Научный руководитель - к.и.т.н., доцент Беляев С.А.

Актуальность. Загрязнение водных объектов сточными водами представляет собой серьезную экологическую проблему, оказывающую негативное воздействие на состояние экосистем, качество питьевой воды и здоровье населения.

Цель исследования - проанализировать объем сброса сточных вод, а также их состав, за 2005 – 2023 годы.

Материалы и методы исследования. В качестве материалов исследования использованы статистические данные об объеме сброса сточных вод и содержании в них загрязняющих веществ за период 2005-2023 гг.

Результаты исследования. Наблюдается общая тенденция к снижению объема сброса сточных вод в период с 2005 по 2015 год (с 143,8 млн м³ до 86,1 млн м³). Однако, в последующие годы (2015-2023) наблюдается колебание объемов сброса, с некоторым возрастанием в 2019 году (108,4 млн м³) и последующим снижением и стабилизацией в пределах 90-100 млн м³. [1]

Таблица 1 – Поступление загрязняющих веществ со сточными водами в водоемы

	2005	2010	2015	2019	2020	2021	2022	2023
Объем сброса сточных вод, млн м ³	143,8	113,3	86,1	108,4	84,7	98,4	91,7	95,0
В составе сточных вод сброшено:								
азота аммонийного, т	161,2	183,2	43,3	...	...	...	-	-
нитрат-анионов, т	731,4	584,6	713,1	816,1	611,6	868,4	1014,2	477,7
железа, т	9,9	8,3	5,1	4,6	5,0	4,9	4,2	3,6
меди, т	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,04
нитрит- анионов, т	19,2	18,6	31,2	43,5	21,4	38,8	38,7	28,8

Результаты анализа показывают сложную динамику, с общим снижением объема сбросов, но с колебаниями по отдельным загрязнителям. Общий объем сбросов сточных вод демонстрирует тенденцию к уменьшению: с 143,8 млн м³ в 2005 году до 113,3 млн м³ в 2010-м и 86,1 млн м³ в 2015-м, с последующим ростом до 108,4 млн м³ в 2019-м и стабилизацией на уровне 95,0 млн м³ к 2023 году. Это указывает на положительный эффект мер по водосбережению, но также на периодические всплески, связанные с экономическим ростом или сезонными факторами.

Данные по содержанию азота аммонийного доступны только за период 2005- 2015 г., и за этот период наблюдается рост с 161,2 т до 183,2 т. Резкое снижение к 2015 году, вероятно, связано с внедрением биологических методов очистки сточных вод (например, аэрационных установок), которые эффективно удаляют аммонийный азот, а также с ужесточением норм по Федеральному закону «Об охране окружающей среды» в 2010-х годах. Отсутствие поздних данных может указывать на полное устранение этой проблемы или на пробелы в мониторинге. [2]

Содержание нитрат-анионов демонстрирует значительную изменчивость на протяжении анализируемого периода. После снижения с 731,4 т в 2005 году до 584,6 т в 2010 году, наблюдается рост с пиковыми значениями в 2022 году (1014,2 т). К 2023 году произошло резкое снижение до 477,7 т. Начальное снижение могло быть результатом улучшения сель-

скохозийственных практик (снижение использования азотных удобрений после глобальных кризисов 2008 года), но пики в 2010-х – 2020-х годах связаны с ростом агропромышленного сектора, особенно в регионах с интенсивным земледелием, где нитраты вымываются с полей в стоки. Резкое снижение в 2023 году может быть вызвано внедрением новых технологий денитрификации на очистных сооружениях, климатическими аномалиями (меньше осадков, снижающих смыв) или усилением контроля в рамках национальных проектов по экологии, запущенных в 2019–2022 годах.

Содержание железа стабильно снижалось: с 9,9 т в 2005 году до 8,3 т в 2010-м, 5,1 т в 2015-м, 4,6 т в 2019-м и 3,6 т в 2023-м, с незначительными колебаниями. Это положительная тенденция, предположительно обусловленная модернизацией металлургических и горнодобывающих производств, где железо является типичным загрязнителем. В 2000-х – 2010-х годах предприятия внедряли коагуляционные и фильтрационные системы для удаления железа, а также перешли на замкнутые циклы водопользования, минимизируя сбросы. Колебания в 2019–2021 годах (рост до 5,0 т) могли быть связаны с экономическим восстановлением после пандемии, увеличившим промышленную активность.

Содержание меди оставалось низким и стабильным: 0,1 т в 2005–2015 и 2020–2022 годах, с нулевыми значениями в 2019-м и 2021-м, и 0,04 т в 2023-м. Минимальные изменения предполагают, что медь поступает из ограниченных источников, таких как электроника и цветная металлургия, без значительного роста. Стабильность может быть результатом строгого регулирования (нормы ПДК по тяжелым металлам с 2000-х), перехода отраслей на безотходные технологии и рециклинг. Незначительное снижение к 2023 году, вероятно, связано с глобальными трендами "зеленой" экономики, включая запрет на использование меди в некоторых процессах.

Нитрит-анионы варьировались: с 19,2 т в 2005 году до 18,6 т в 2010-м, рост до 31,2 т в 2015-м, 43,5 т в 2019-м, снижение до 21,4 т в 2020-м, затем пики 38,8 т в 2021-м и 38,7 т в 2022-м, с падением до 28,8 т в 2023-м. Колебания нитритов, как промежуточных продуктов нитрификации, вероятно, отражают нестабильность работы очистных систем: рост в 2015–2019 годах мог быть вызван перегрузкой сооружений из-за урбанистического бума, приводящей к неполной окислительной аммония в нитриты; снижение в 2020-м – пандемийным спадом промышленной активности. Пиковые значения в 2021–2022 годах предполагают восстановление экономики с увеличением стоков, а падение в 2023-м – улучшением биологической очистки и мониторинга.[3]

Вывод. В целом, результаты анализа показывают, что динамика поступления загрязняющих веществ со сточными водами в водоемы является сложной и многофакторной. Снижение общего объема сброса сточных вод и снижение содержания некоторых загрязняющих веществ, таких как железо, свидетельствуют об определенных успехах в области очистки сточных вод и природоохранных мероприятий. Однако, значительные колебания содержания нитратов и нитритов, указывают на необходимость дальнейшего совершенствования системы мониторинга и контроля за загрязнением водных объектов.

Список литературы

1. Статистический ежегодник Курской области. 2024: Стат сб. / Курскстат. - С 25 Курск, 2024 323 с. [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://kurskstat.gks.ru/storage/mediabank/ezhegodnik-24.pdf>
2. «Диффузное загрязнение водных объектов: проблемы и решения»: коллективная монография, под рук. В. И. Данилова-Данильяна, Москва: РАН, 2020, 512 с.
3. Смирнова, М. М. Биологическая очистка сточных вод с использованием мембранного комплекса / М. М. Смирнова // Будущее машиностроения России. 2022: сборник докладов. XV Всероссийская конференция молодых ученых и специалистов (с международным участием), Москва, 21-24 сентября 2022 года. Том 2. - Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2023. - С. 196-200.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КУЛЬТУРЫ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Меньшиков Я.А.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра экономики и менеджмента

Научный руководитель: к.ист.н., доцент Беляев С.А.

Актуальность. Сфера культуры является фундаментальным элементом социального благополучия и идентичности региона. В современных условиях, характеризующихся структурными изменениями в потреблении культурных продуктов и процессами оптимизации бюджетной сферы, системный мониторинг состояния учреждений культуры приобретает особую значимость. Анализ объективных статистических данных позволяет не только оценить эффективность управления отраслью, но и выявить болевые точки, спрогнозировать риски и выработать адресные меры поддержки. Для Курской области, как для региона с значительной долей сельского населения, вопрос сохранения и модернизации культурной инфраструктуры является ключевым для обеспечения равных возможностей доступа к культурным благам для всех жителей.

Цель исследования – провести сравнительный анализ основных показателей деятельности учреждений культуры Курской области за период 2020–2022 годов, выявить ключевые тенденции и дать оценку текущему состоянию отрасли.

Материалы и методы исследования. Методологической основой работы выступил анализ вторичных данных официальной статистики. Основным источником информации послужил статистический сборник Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Курской области (Курскстат) «Культура в Курской области» за 2023 год.[1] В качестве дополнительных источников были привлечены данные Министерства культуры РФ [2] и аналитические материалы портала «Культура.РФ».[3]

Результаты исследования. Проведенный анализ позволил получить следующие результаты по основным типам учреждений культуры.

1. *Библиотечная сеть.* Наблюдается устойчивая тенденция к сокращению числа публичных библиотек: с 453 в 2020 году до 442 в 2022. Это связано с процессами оптимизации и интеграции, особенно в сельской местности. Однако, содержательный показатель – количество зарегистрированных пользователей и выданных документов – продемонстрировал рост после спада 2020 года. Это свидетельствует о процессе адаптации библиотек к новым условиям, развитии электронных каталогов (например, в рамках НЭБ) и сохранении их социальной значимости как центров информации и коммуникации.

2. *Музейная деятельность.* В отличие от библиотек, музейная сеть оставалась абсолютно стабильной – 15 музеев на протяжении всего анализируемого периода. Наиболее показательной является динамика числа посетителей:

- 2020 г. – ≈215 тыс. посетителей (следствие антиковидных ограничений).
- 2021 г. – ≈355 тыс. посетителей (фаза активного восстановления).
- 2022 г. – ≈410 тыс. посетителей (превышение докризисного уровня).

Данный тренд указывает на эффективную выставочную и просветительскую работу музеев, успешное привлечение аудитории, в том числе за счет проектной деятельности и развития внутреннего туризма.

3. *Культурно-досуговые учреждения.* Сеть клубных учреждений (домов культуры, клубов) продолжила сокращаться: с 592 в 2020 году до 582 в 2022. Это является общероссийским вызовом, особенно для сельских территорий. При этом количество проведенных мероприятий и их посещаемость устойчиво росли, начиная с 2021 года. Это подтверждает, что, несмотря на оптимизацию сети, оставшиеся учреждения остаются важнейшими социальными центрами, особенно в малых городах и селах.

4. *Театрально-концертная деятельность.* Деятельность Курского государственного драматического театра им. А.С. Пушкина и Курской государственной филармонии демонстрирует ярко выраженную положительную динамику. Количество зрителей театра выросло с

≈58 тыс. в 2021 году до ≈75 тыс. в 2022. Концертные организации увеличили аудиторию со ≈150 тыс. до ≈190 тыс. человек за аналогичный период. Это говорит о высоком качестве предлагаемых программ и возвращении массового интереса к зрелищным искусствам.

Таблица 1. Динамика ключевых показателей культуры Курской области за 2020–2022 гг.

Показатель	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Основной тренд
Число публичных библиотек, ед.	453	448	442	Сокращение
Число музеев, ед.	15	15	15	Стабильность
Число посетителей музеев, тыс.	~215	~355	~410	Значительный рост
Число клубных учреждений, ед.	592	587	582	Сокращение
Число зрителей в театрах, тыс.	~35	~58	~75	Значительный рост

Выводы. Результаты исследования свидетельствуют о двойственной ситуации в сфере культуры Курской области. С одной стороны, сохраняется объективная тенденция к сокращению сети учреждений, что создает риски для обеспечения доступности культурных услуг, особенно в сельской местности. С другой стороны, практически все содержательные показатели, отражающие реальную востребованность услуг, демонстрируют уверенный рост после кризисного 2020 года. Это позволяет сделать вывод о том, что сфера культуры региона обладает значительным адаптационным потенциалом и сохраняет свою высокую социальную ценность для населения. Музеи, театры и филармония не только восстановили, но и превзошли докризисные показатели вовлеченности аудитории.

Список литературы

1. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Курской области (Курскстат). – «Культура в Курской области». Статистический сборник. – Курск, 2023. – URL: <https://46.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/культура%202023.pdf>
2. Министерство культуры Российской Федерации. – Официальный сайт. – Государственная информационная система «Единая федеральная автоматизированная информационная система сведений о показателях деятельности учреждений культуры». – URL: <https://gis.gokultura.ru/>
3. Информационный портал «Культура. РФ». – Раздел «Регионы». – Статьи и анонсы мероприятий по Курской области. – URL: <https://www.culture.ru/regions/25>

ВНУТРЕННЯЯ И ВНЕШНЯЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Микушина Е.А.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра биологической и химической технологии

Научный руководитель – ассистент кафедры БХТ Дятлова Т.Н.

Актуальность. В условиях глобальной турбулентности, санкционного давления и цифровой трансформации обеспечение экономической безопасности становится критическим фактором национальной и корпоративной устойчивости. Особую значимость приобретает комплексный подход, учитывающий взаимосвязь внутренних и внешних угроз, от эффективного противодействия которым зависит не только экономическая стабильность, но и национальный суверенитет.

Цель исследования. Целью данного исследования является анализ структуры и взаимосвязь внутренних и внешних аспектов экономической безопасности в современных условиях и разработка комплексного подхода к их обеспечению.

Материалы и методы исследования. Исследование основано на применении системного подхода, сравнительного анализа, методов стратегического управления (SWOT,

PEST-анализ), а также на изучении трудов ведущих специалистов в области экономической безопасности и риск-менеджмента.

Результаты исследования.

1. Внутренняя экономическая безопасность включает: финансовую стабильность (контроль дебиторской задолженности, оптимизация издержек); кадровую безопасность (профилактика внутренних хищений, сохранение ключевых специалистов); информационную защиту (защита от утечек данных, кибербезопасность); обеспечение качества и конкурентоспособности продукции.

2. Внешняя экономическая безопасность охватывает: защиту от санкционных ограничений и колебаний валютных курсов; диверсификацию рынков сбыта и цепочек поставок; обеспечение технологической независимости в критических отраслях; анализ и нейтрализацию геополитических и макроэкономических рисков.

3. Ключевые современные вызовы: стирание границ между внутренними и внешними угрозами; цифровизация как источник новых рисков и возможностей; необходимость быстрой адаптации к изменяющимся условиям.

4. Механизмы обеспечения: разработка интегрированной стратегии экономической безопасности; создание системы мониторинга и раннего предупреждения угроз; внедрение международных стандартов риск-менеджмента (ISO 31000); формирование культуры безопасности на всех уровнях управления.

Итоги изучения темы:

1. Проведенный анализ позволил выявить тенденцию к интеграции внутренних и внешних аспектов экономической безопасности в единую систему управления рисками.

2. Установлено, что современные условия требуют разработки гибких стратегий безопасности, способных оперативно адаптироваться к изменяющейся внешней среде.

3. Доказана необходимость внедрения проактивных методов управления экономической безопасностью, ориентированных на предупреждение угроз, а не на реакцию на них.

4. Выявлена ключевая роль человеческого фактора в обеспечении экономической безопасности, что требует инвестиций в развитие кадрового потенциала.

5. Определена возрастающая значимость международного сотрудничества в области экономической безопасности даже в условиях геополитической конфронтации.

Выводы.

1. Эффективная экономическая безопасность требует интеграции внутренних и внешних аспектов в единую систему управления.

2. Критически важным становится проактивный подход к идентификации и нейтрализации угроз.

3. Успешность обеспечения экономической безопасности зависит от адаптивности системы управления и способности к быстрой трансформации в ответ на новые вызовы.

4. Разработанный комплексный подход может быть применен для предприятий различных отраслей и масштабов деятельности.

Список литературы

1. Олейников Е.А. Основы экономической безопасности: учебник. — М.: Юрайт, 2021.
2. Сенчагов В.К. Экономическая безопасность России: Общий курс: Учебник. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. — 815 с.
3. Татаркин А.И., Куклин А.А. Экономическая безопасность предприятия: сущность и механизм обеспечения. — Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2019.
4. Богданов И.Ю. Управление экономической безопасностью организации: учебное пособие. — М.: Инфра-М, 2022. — 318 с.
5. Портер М.Е. Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей и конкурентов. — М.: Альпина Паблишер, 2020.

6. Шульц В.Л. Экономическая безопасность хозяйствующих субъектов: современные вызовы и стратегии противодействия // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. — 2021. — Т. 17. — № 12. — С. 112-125.

7. Кривошеев В.В., Шматко А.Д. Внешние угрозы экономической безопасности России в условиях санкций // Вопросы экономики и права. — 2023. — № 1. — С. 34-38.

8. Орлова Е.В. Внутренние резервы обеспечения экономической безопасности предприятия // Финансы и кредит. — 2023. — № 2. — С. 42-49.

СТРАТЕГИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: РАЗРАБОТКА, ВНЕДРЕНИЕ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ

Колодежная Е.И.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра биологической и химической технологии

Научный руководитель – ассистент кафедры БХТ Дятлова Т.Н.

Актуальность. Современная экономическая реальность характеризуется повышенной волатильностью, геополитической турбулентностью и цифровой уязвимостью. В этих условиях способность организации противостоять многочисленным угрозам — от целенаправленных кибератак и санкционных ограничений до внутренних рисков недобросовестности персонала — становится критическим фактором конкурентоспособности и долгосрочного выживания. Экономическая безопасность перестала быть функцией исключительно технической защиты и трансформировалась в стратегический актив, требующий комплексного управления. Разработка и внедрение целостной стратегии, подкрепленной системой оценки ее результативности, превращаются из превентивной меры в насущную необходимость для любого субъекта, стремящегося к устойчивому развитию в непредсказуемой среде. Отсутствие такой стратегии приводит к уязвимости, потере конкурентных позиций и, в конечном итоге, к банкротству.

Цель исследования. Целью данного исследования является изучение комплексного подхода к формированию, внедрению и оценке эффективности стратегии экономической безопасности предприятия (организации). Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: раскрыть сущность и структурные элементы стратегии экономической безопасности; разработать поэтапный алгоритм ее создания и внедрения; определить систему критериев и показателей для оценки ее эффективности.

Материалы и методы исследования. Исследование основано на применении комплекса общенаучных и специальных методов: теоретический анализ; системный подход; сравнительный анализ; моделирование; SWOT- и PEST-анализ. Материалами для исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых в области экономической безопасности, риск-менеджмента и стратегического управления, а также открытые данные бизнес-практики.

Результаты исследования. 1. Разработка стратегии экономической безопасности

Стратегия экономической безопасности — это комплекс долгосрочных целей, принципов и мер, направленных на защиту жизненно важных интересов предприятия от внутренних и внешних угроз. Процесс разработки включает следующие этапы:

А) Диагностика и аудит: проводится всесторонний анализ текущего состояния экономической безопасности. Выявляются «слабые места», активы, требующие защиты, и потенциальные каналы утечки ресурсов. Оцениваются финансовые, кадровые, информационные, технические и правовые компоненты.

Б) Идентификация и оценка угроз: формируется реестр рисков и угроз, которые ранжируются по вероятности наступления и размеру возможного ущерба.

В) Определение стратегических целей: формулируются конкретные, измеримые, достижимые, релевантные и ограниченные во времени (SMART) цели. Например: «Снизить количество инцидентов информационной безопасности на 30% в течение года» или «Диверсифицировать поставщиков по ключевой номенклатуре для снижения риска срыва поставок».

Г) Разработка мероприятий и политик: создаются конкретные планы действий по каждому направлению безопасности (финансовая, кадровая, информационная, физическая и т.д.). Разрабатываются регламентирующие документы: политики, инструкции, процедуры.

Д) Формирование организационной структуры: определяются ответственные лица, создаются подразделения (служба экономической безопасности предприятия), распределяются зоны ответственности.

2. Внедрение стратегии — это практическая реализация разработанных планов. Ключевые аспекты:

- ресурсное обеспечение: выделение необходимых финансовых, кадровых и материально-технических ресурсов.

- коммуникация и обучение: доведение положений стратегии до всех сотрудников компании. Проведение тренингов для формирования культуры безопасности.

- интеграция в бизнес-процессы: встраивание контрольных точек и процедур безопасности в повседневные операционные процессы компании.

3. Оценка эффективности стратегии — является непрерывным процессом мониторинга и контроля. Для ее проведения используется система ключевых показателей эффективности (KPI), которая может включать:

- финансовые показатели: уровень просроченной дебиторской задолженности, коэффициент текущей ликвидности, рентабельность.

- операционные показатели: количество производственных сбоев, доля бракованной продукции, выполнение плановых показателей.

- показатели информационной безопасности: количество успешно отраженных кибератак, инцидентов с утечкой данных.

- кадровые показатели: текучесть кадров среди ключевых специалистов, количество выявленных случаев внутренних хищений.

- юридические показатели: количество судебных разбирательств с неблагоприятным для компании исходом.

Регулярный мониторинг этих показателей позволяет своевременно выявлять отклонения, вносить корректировки в стратегию и принимать адекватные управленческие решения.

Выводы. Разработка стратегии экономической безопасности — это не разовый проект, а непрерывный циклический процесс, требующий интеграции в общую систему стратегического управления компанией.

Успешность стратегии напрямую зависит от поддержки высшего руководства, адекватного ресурсного обеспечения и формирования корпоративной культуры, в которой вопросам безопасности уделяется первостепенное внимание.

Предложенный алгоритм (диагностика → оценка угроз → постановка целей → разработка мер → внедрение → оценка эффективности) является универсальным и может быть адаптирован для предприятий любого размера и отрасли.

Критерием реальной эффективности стратегии является не отсутствие инцидентов вообще (что недостижимо), а способность системы безопасности минимизировать ущерб от них и обеспечивать устойчивое развитие компании в условиях неопределенности.

Список литературы

1. Олейников Е.А. Основы экономической безопасности: учебник. — М.: Юрайт, 2021.
2. Татаркин А.И., Куклин А.А. Экономическая безопасность предприятия: сущность и механизм обеспечения. — Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2019.
3. Гордиенко Д.В. Управление рисками в системе экономической безопасности компании // Экономика и предпринимательство. — 2022. — № 5. — С. 45-49.
4. Портер М.Е. Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей и конкурентов. — М.: Альпина Паблишер, 2020.
5. ГОСТ Р ИСО 31000-2019 «Менеджмент риска. Принципы и руководство».

6. Сенчагов В.К. Экономическая безопасность России: Общий курс: Учебник. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020.
7. Шульц В.Л. Экономическая безопасность хозяйствующих субъектов: современные вызовы и стратегии противодействия // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. — 2021. — Т. 17. — № 12. — С. 112-125.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ: СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ЗАЩИТЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

Смирнов Н.А.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра биологической и химической технологии
Научный руководитель – ассистент кафедры Дятлова Т.Н.

Актуальность. В современной конкурентной среде химические предприятия сталкиваются с необходимостью защиты не только материальных активов, но и интеллектуальных ресурсов. Особую значимость эта проблема приобретает в условиях санкционного давления и роста технологического шпионажа. Как показывает практика, утечка ноу-хау или незаконное использование товарных знаков могут привести к миллионным убыткам и потере рыночных позиций.

Цель исследования - разработать практические меры по защите интеллектуальной собственности как ключевого элемента системы экономической безопасности химического предприятия.

Материалы и методы анализа. В работе использованы методы сравнительного анализа, экспертные оценки и ситуационное моделирование.

Результаты исследования. На основе анализа выявлены основные угрозы экономической безопасности в сфере интеллектуальной собственности.

Патентные риски. Отсутствие своевременной патентной защиты новых разработок приводит к их незаконному копированию конкурентами. Например, уникальная технология синтеза катализатора, разработанная на одном из предприятий, была скопирована после ухода ведущего специалиста к конкурентам.

Угрозы товарным знакам. Регистрация схожих обозначений недобросовестными конкурентами создает путаницу на рынке и снижает доверие потребителей.

Риски утечки ноу-хау, такие как переход сотрудников к конкурентам, недостаточная защита технической документации, слабая организация режима коммерческой тайны

Выводы. Таким образом, для обеспечения экономической безопасности химического предприятия необходимо: сформировать сбалансированный портфель охранных документов (патенты, свидетельства на товарные знаки) с учетом специфики производства; внедрить многоуровневую систему защиты коммерческой тайны, включающую: регламенты работы с конфиденциальной информацией, регулярный мониторинг соблюдения режима коммерческой тайны, организационные и технические меры защиты; разработать программу лояльности для ключевых специалистов, имеющих доступ к критически важным технологиям, обеспечить регулярный патентный мониторинг и конкурентную разведку.

Список литературы

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая) от 18.12.2006 № 230-ФЗ
2. Горфин В.Я. Экономическая безопасность промышленного предприятия: современные вызовы и решения // Экономика и бизнес. – 2023. – № 5. – С. 45-52
3. Ковалев С.М. Защита интеллектуальной собственности в химической промышленности: проблемы и решения // Патенты и лицензии. – 2022. – № 3. – С. 28-35
4. Семенова И.А. Управление рисками в системе экономической безопасности предприятия // Финансы и кредит. – 2023. – № 12. – С. 64-72
5. Федеральный закон "О коммерческой тайне" от 29.07.2004 № 98-ФЗ

6. Широков А.Н. Опыт защиты интеллектуальной собственности на химических предприятиях // Химическая промышленность. – 2022. – № 8. – С. 56-61

ТЕКУЩИЕ ЗАТРАТЫ НА ОХРАНУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ 2022 – 2024 гг.: СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Гахова А.В.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра экономики и менеджмента
Научный руководитель – к.и.н., доцент Беляев С.А.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью разработки и реализации эффективных мер по охране окружающей среды в Курской области, характеризующейся развитым промышленным и сельскохозяйственным производством. Анализ динамики затрат на охрану окружающей среды позволит выявить ключевые тенденции и проблемы в сфере природопользования региона, а также сформулировать рекомендации для повышения эффективности экологической политики.

Цель исследования – провести статистический анализ текущих затрат на охрану окружающей среды в Курской области за период 2022-2024 гг., выявить основные тенденции и закономерности, а также сформулировать экономические выводы и рекомендации для повышения эффективности экологической политики региона.

Материалы и методы исследования. В качестве материалов исследования использованы данные о текущих затратах на охрану окружающей среды в Курской области за период 2022-2024 гг., предоставленные Территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Курской области (табл. 1) [1].

Таблица 1 – Затраты на охрану окружающей среды по Курской области за 2022-2024 гг.

Год	Затраты на охрану окружающей среды, млн. руб.
2022	4127,2
2023	4988,4
2024	5256,8

Для достижения поставленной цели в работе использованы следующие методы исследования:

1. Анализ временных рядов: для изучения динамики затрат на охрану окружающей среды.
2. Описательная статистика: для расчета основных статистических показателей (абсолютные значения, темпы роста).
3. Графический метод: для визуализации полученных результатов.

Результаты исследования. Курская область имеет мощный природно-ресурсный, трудовой, инвестиционный, инфраструктурный и экономический потенциал, который определяет перспективы ее развития. В последние годы наблюдаются высокие темпы роста в большинстве отраслей экономики, что ведет к увеличению антропогенного воздействия на окружающую среду [3].

Главными источниками загрязнения атмосферы области остаются автотранспорт, предприятия, промышленности [2].

Вследствие большой техногенной нагрузки Курская область относится к регионам с высокой экологической напряженностью.

В связи с этим государственная политика в сфере экологии и природных ресурсов направлена на создание условий для обеспечения конституционного права граждан на благоприятную окружающую среду посредством улучшения состояния окружающей среды и рационального использования природных ресурсов [3].

Анализ данных, представленных в таблице 1, показывает устойчивый рост текущих затрат на охрану окружающей среды в Курской области за период 2022-2024 гг. (рис. 1).

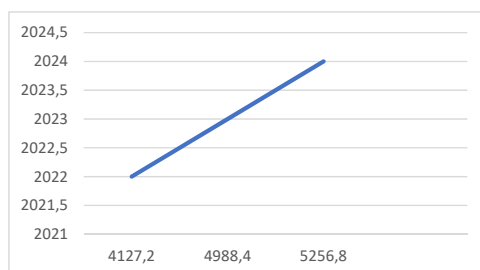


Рисунок 1 – Динамика затрат на охрану окружающей среды в Курской области за период 2022-2024 гг.

Темп роста затрат в 2023 году по сравнению с 2022 годом составил:
 $(4988,4 - 4127,2) / 4127,2 \times 100\% = 20,86\%$

Темп роста затрат в 2024 году по сравнению с 2023 годом составил:
 $(5256,8 - 4988,4) / 4988,4 \times 100\% = 5,38\%$

Выводы. Текущие затраты на охрану окружающей среды в Курской области демонстрируют устойчивый рост в период 2022-2024 гг., что свидетельствует о повышенном внимании к вопросам экологической безопасности. Однако замедление темпов роста затрат в 2024 году требует дальнейшего изучения и анализа. Для повышения эффективности экологической политики региона необходимо:

1. Обеспечить прозрачность и доступность информации о структуре и направлениях затрат на охрану окружающей среды.
2. Проводить оценку результативности экологических мероприятий на основе измеримых показателей.
3. Привлекать к финансированию природоохранных проектов частный бизнес и население.

Список литературы

1. Курскстат: официальный сайт. – URL: <https://46.rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 9 октября 2025).
2. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации: официальный сайт. – URL: <https://www.mnr.gov.ru/> (дата обращения: 9 октября 2025).
3. Постановление Администрации города Курска от 29 декабря 2023 г. № 1937 «Об утверждении муниципальной программы «Формирование комфортной городской среды на территории города Курска» на 2024-2030 годы». – URL: <https://kursk.ru/region/control/documents/document-91805/> (дата обращения: 9 октября 2025).

ОЦЕНКА ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОТ СОБСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Овсиенко Ю.А.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра экономики и менеджмента

Научный руководитель – к.фарм.н. Бушина Н.С.

Актуальность. В современных социально-экономических условиях, характеризующихся ограниченностью бюджетного финансирования и ростом требований к качеству предоставляемых медицинских услуг, бюджетные учреждения сталкиваются с необходимостью диверсификации источников финансового обеспечения. Одним из ключевых инструментов повышения их финансовой автономии является развитие деятельности, приносящей доход, в частности, внедрение и расширение портфеля платных услуг. В этой связи особую значимость приобретает систематическая оценка финансовых результатов от данной деятельности, результаты которой позволят менеджерам высшего и среднего звена разрабатывать тактические и стратегические цели и задачи, решение которых позволит повысить конкурентоспособность организации обеспечить ее устойчивое развитие в условиях динамичной внешней среды [1,2].

Цель исследования – оценка результативности плановых показателей доходной деятельности бюджетной медицинской организации (по материалам ОБУЗ «КГБ №1 им. Н.С. Короткова»).

Материалы и методы исследования. План и отчет медицинской организации по осуществлению финансово-хозяйственной деятельности организации [4]. Используемые методы: статистический, контент-анализ и аналитический подход.

Результаты исследования. В данной статье представлен анализ достижения плановых показателей по собственным доходам, представляющим дополнительный источник финансирования деятельности медицинской организации.

Таблица 1 – Динамика исполнения доходов от собственной деятельности ОБУЗ «Курская городская больница №1 им. Н. С. Короткова» за 2022-2024 гг.

Показатель	2022		2023		2024		% выполнения плана		
	план	факт	план	факт	план	факт	2022	2023	2024
Доходы, тыс. руб., в т.ч. от:	9 305,8	8 627,42	13056,4	11867,08	15979,44	13279,34	92,7	90,9	83,1
собственности	286	264,52	409	360,31	769	372,06	92,5	88,1	48,4
оказания услуг, работ	9 017,6	8 351,94	12758,7	11550,68	13437,44	12043,31	92,6	90,5	89,6
штрафов, пеней	48,5	45,28	49	44,39	1992	913,65	93,4	93,4	45,9
операций с активами	13,8	12,89	41	30,61	41	10,98	93,6	74,7	26,8
прочие	-60	-47,21	-160	-118,91	-260	-60,66	78,7	74,3	23,3

Проведенный анализ совокупных доходов выявил устойчивую положительную динамику показателя в абсолютном выражении (среднегодовой прирост - 2325,96 тыс. руб.). Однако плановые значения не были достигнуты ни в одном из анализируемых периодов. Отмечается систематическое снижение процента выполнения плана: с 92,7% в 2022г. до 83,1% в 2024 году, что свидетельствует о нарастающем отклонении фактических результатов от запланированных. Абсолютный прирост доходов от оказания медицинских услуг населению на платной основе, являющихся ключевым источником поступлений, составил 1845,69 тыс. руб. за период, но уровень выполнения плана снизился с 92,5% в 2022г. до 89,6% в 2024г. Это может быть связано с изменением спроса на платные услуги и ростом конкуренции. Несмотря на ежегодный рост поступлений (в среднем на 53,77 тыс. руб.), выполнение плана по доходам от собственности демонстрирует отрицательную динамику. Наиболее низкий уровень

выполнения плана в 2024г., что указывает на наличие факторов, ограничивающих реализацию потенциала в данной категории доходов. В 2024г. зафиксирован резкий рост доходов по статье «поступления от штрафов и пеней» (на 864,65 тыс. руб. по сравнению с предыдущим годом) при достаточно низком проценте выполнения плана (45,87%). Динамика показателя «доходы от операций с активами» имеет волнообразный характер: в 2023г. отмечен рост на 137,47%, а в 2024г. – снижение на 64,13%. Низкий процент выполнения плана (26,8% в 2024г.) указывает на нестабильность данного источника и его зависимость от разовых операций. На протяжении анализируемого периода статья «прочие доходы» остается убыточной. Выполнение плана сократилось с 78,68% в 2022 г. до 23,33% в 2024г., что свидетельствует о системных проблемах в управлении непрофильными доходами и необходимости пересмотра подходов к их планированию. Несмотря на то, что каждый год показатели в абсолютном выражении растут, организация демонстрирует систематическое невыполнение плановых показателей по большинству статей доходов, особенно в 2024 г.

Таблица 2 – Динамика исполнения расходов по собственной деятельности ОБУЗ «Курская городская больница №1 им. Н. С. Короткова» за 2022-2024гг.

Показатель	2022		2023		2024		% выполнения плана		
	план	факт	план	факт	план	факт	2022	2023	2024
Расходы, тыс руб., в т.ч.	9 702	8 922,43	13 464,7	11 783,39	16 533,05	12 966,85	92,0	87,5	78,4
выплаты персоналу	7 619,6	6 976,01	10 331,15	9 410,13	9 075,23	8 629,1	91,6	91,1	95,1
закупка товаров, услуг	1 819,18	1 683,2	2 764,65	2 181,18	7 060,79	3 979,9	92,5	78,9	56,4
иные бюдж. ассигнования	131,61	131,61	184,45	96,04	198,56	178,92	100	52,1	90,1
исполнение судебных актов	33,14	33,14	36	36	48,38	46,15	100	100	95,4
налоги и иные платежи	98,47	98,47	148,45	60,04	150,18	132,78	100	40,4	88,4

Проведенный анализ динамики исполнения расходов показал систематическое недостижение плановых значений по совокупным расходам учреждения. За анализируемый период процент исполнения бюджета сократился в среднем на 14,0%. Наиболее значительное отклонение зафиксировано в 2024г., когда фактический объем расходов оказался ниже запланированного на 3566,2 тыс. руб. В 2024г. произошло сокращение расходов на выплаты персоналу на 781,03 тыс. руб. (8,3%) относительно предыдущего года. Несмотря на это, именно по данной статье отмечается наиболее высокий уровень исполнения бюджетных назначений – 95,1% в 2024г. Абсолютный объем расходов на закупку товаров за тот же период увеличился на 1285,3 тыс. руб. Однако уровень исполнения плановых показателей демонстрирует отрицательную динамику со средним темпом снижения 21,1% в год при минимальном значении в 2024г. (56,4%). Также наблюдается существенная волатильность в исполнении статьи расходов «иные бюджетные ассигнования». После 100% выполнения в 2022г., в 2023г. показатель снизился до 52,07%. В 2024г. отмечена положительная динамика - исполнение составило 90,11%, что на 38,04% выше уровня предыдущего года. Стабильно высокий процент исполнения по статье «расходы по судебным актам» на уровне 95,4-100% свидетельствует о приоритетности данных обязательств. Это связано с точным характером обязательств, не допускающим вариативности, жесткими сроками исполнения решений судебных органов и высокими рисками применения санкций за неисполнение. Анализ выявил существенные колебания в исполнении расходов по налоговым обязательствам. В 2023г. показатель снизился до 40,44% при сокращении абсолютного объема на 38,43 тыс. руб. (39,03%). В 2024г. ситуация стабилизировалась – отмечен рост на 72,74 тыс. руб. (121,15%) относительно предыдущего периода.

Выводы. Выявленные тенденции свидетельствуют о наличии системных проблем в бюджетном планировании и необходимости совершенствования методологии формирования доходов и расходных обязательств медицинской организации.

Список литературы

1. Бушина, Н. С. Исследование динамики выполнения плановых показателей финансово-хозяйственной деятельности медицинской организации / Н. С. Бушина // Университетская наука: взгляд в будущее : Сборник научных трудов по материалам Международной научной конференции, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета, Курск, 08–09 февраля 2024 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2024. – С. 152-154. – EDN UZYBCE.
2. Власова, О. В. Оценка текущего состояния региональной системы здравоохранения / О. В. Власова, Н. С. Бушина // Проблемы и перспективы развития государственного и муниципального управления : сборник научных статей международной научно-практической конференции, Курск, 25 мая 2016 года / Юго-Западный государственный университет. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2016. – С. 36-38.
3. Областное бюджетное учреждение здравоохранения «Курская городская больница №1 им. Н.С. Короткова»: офиц. сайт учреждения. - URL: <https://gbk-kursk.ru/> (дата обращения 01.09.2025)
4. Отчет об исполнении учреждением плана его финансово-хозяйственной деятельности. - URL: <https://bus.gov.ru/agency/20150/annual-balances-f0503737>

АНАЛИЗ РИСКОВ И УГРОЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ: МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ

Семенова В.А.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра биологической и химической технологии
Научный руководитель - ассистент кафедры Дятлова Т.Н.

Актуальность. В условиях быстро меняющейся экономической ситуации и растущей конкуренции обеспечение экономической безопасности компании становится одной из главных задач. Экономическая безопасность – это состояние защищенности предприятия от внутренних и внешних угроз, обеспечивающее его устойчивое функционирование и развитие. Обеспечение экономической безопасности биотехнологических предприятий требует глубокого анализа рисков и угроз, учитывающих специфику отрасли, для поддержания устойчивого функционирования и долгосрочного развития.

Цель исследования – систематизация и адаптация методов и инструментов анализа рисков и угроз, специфичных для биотехнологической отрасли, для обеспечения экономической безопасности предприятий.

Материалы и методы исследования. В качестве материалов исследования использовались научные публикации, нормативно-правовые акты, методические разработки в области экономической безопасности и риск-менеджмента, а также данные, полученные в ходе анализа практической деятельности предприятий различных отраслей экономики. Методологическую основу исследования составили общенаучные методы: анализ, синтез, сравнение, обобщение, а также методы системного и процессного подхода.

Результаты исследования. Анализ рисков и угроз экономической безопасности биотехнологического предприятия представляет собой сложный и многогранный процесс, имеющий ряд специфических особенностей. Успешное функционирование и развитие таких компаний напрямую зависят от способности эффективно идентифицировать, оценивать и управлять широким спектром потенциальных угроз.

Идентификация рисков и угроз в биотехнологии охватывает несколько ключевых категорий. Одной из наиболее значимых являются научно-исследовательские риски, связанные с высокой вероятностью неудачи на этапах научно-исследовательских и опытно-

конструкторских работ, недостижением заявленных свойств разрабатываемого продукта, отсутствием фундаментальных открытий или ошибками в моделировании биологических систем. Не менее существенны регуляторные риски, обусловленные сложностью и длительностью процесса получения необходимых разрешений на производство и использование биотехнологической продукции, а также постоянными изменениями в законодательстве, особенно в области патентного права и безопасности продукции [1,2].

К рыночным рискам относятся низкая скорость внедрения инноваций, потенциальное сопротивление потребителей новым биотехнологическим продуктам, динамичные изменения в их предпочтениях и появление более эффективных или дешевых аналогов. Производственные и технологические риски сопряжены с высокой стоимостью и сложностью масштабирования биотехнологических процессов, угрозами контаминации, строгий необходимость контроля качества и проблемами, связанными с утилизацией биологических отходов. В сфере интеллектуальной собственности предприятия сталкиваются с риском кражи или недобросовестного использования патентов, длительными патентными спорами и сложностями с защитой конфиденциальных технологий. Финансовые риски выражаются в высоких начальных инвестициях, длительном сроке окупаемости проектов и значительной зависимости от грантового финансирования. Наконец, нельзя игнорировать экологические риски, связанные с потенциальным воздействием биотехнологических процессов на окружающую среду и необходимостью строгого соблюдения экологических норм [1-3].

После идентификации следует этап комплексной оценки выявленных угроз. Этот процесс включает в себя применение экспертных оценок, предполагающих привлечение высококвалифицированных специалистов в области биологии, медицины, юриспруденции, патентного права и экономики. Важной составляющей является анализ патентной чистоты для оценки рисков нарушения действующих патентов. Активно используется моделирование биологических процессов, позволяющее оценить вероятность успешности экспериментов. Применяется также анализ для разработки различных вариантов развития рынка, регуляторных изменений и научных прорывов. Кроме того, проводится анализ жизненного цикла продукта, позволяющий оценить риски на всех стадиях – от разработки до вывода продукта с рынка [4,5].

Эффективное управление этими рисками требует разработки и реализации комплексных мер. Это включает в себя стратегическое планирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, ориентированное на диверсификацию исследовательских направлений и фокус на наиболее перспективные технологии.

Таблица 1 – Специфические риски биотехнологического предприятия и меры по их управлению

Риск	Возможный ущерб	Метод управления
Неудача в клинических испытаниях	Потеря инвестиций, длительная задержка вывода продукта на рынок, репутационный ущерб	Тщательное планирование и проведение исследований, использование передовых моделей
Нарушение патентных прав	Потеря исключительных прав, судебные издержки, запрет на производство	Мониторинг патентной активности, защита собственных разработок, юридическая экспертиза
Контаминация производственной линии	Потеря партии продукции, остановка производства, отзыв продукции, штрафы	Строгое соблюдение санитарно-гигиенических норм, регулярный контроль, валидация процессов
Отсутствие регуляторного одобрения	Невозможность вывода продукта на рынок, потеря инвестиций	Заблаговременное изучение требований регуляторов, поэтапное взаимодействие, подготовка полной документации
Низкая скорость принятия биотехнологических инноваций рынком	Низкая рентабельность, потеря конкурентного преимущества	Маркетинговые исследования, просветительская работа с потребителями, адаптация продукта к рыночным запросам

Ключевое значение имеет формирование продуманной патентной стратегии, которая подразумевает активное патентование собственных разработок, непрерывный мониторинг патентного ландшафта и заключение лицензионных соглашений. Необходимым условием является заблаговременное сотрудничество с регуляторными органами для лучшего понимания требований и ускорения процедур регистрации. Важную роль играет построение прочных партнерских отношений с научными центрами, другими биотехнологическими компаниями и инвесторами. Внедрение систем менеджмента качества (таких как GMP, GLP, ISO) обеспечивает соответствие производственных процессов и продукции международным стандартам.

Активно применяются комплексные системы защиты интеллектуальной собственности, включающие юридические, технические и организационные меры. Надлежащее финансовое планирование и активное привлечение инвестиций, а также формирование резервов, служат снижению финансовой уязвимости. Наконец, проведение тщательной экологической экспертизы и реализация мер по снижению негативного воздействия на окружающую среду завершают комплексную стратегию управления рисками биотехнологического предприятия [1,2,5].

Специфические риски биотехнологического предприятия, возможные последствия их реализации и соответствующие методы управления (табл. 1).

Выводы. Для обеспечения экономической безопасности предприятий в биотехнологии критически важно проводить эффективный анализ рисков и угроз, учитывая специфику отрасли. Применение современных методов управления рисками позволяет минимизировать возможные убытки, обеспечить устойчивое развитие и повысить конкурентоспособность компаний в высокотехнологичной области.

Список литературы

1. Белялетдинов, Р. Р. Риски современных биотехнологий: социогуманитарный анализ : монография / Р. Р. Белялетдинов. – Москва : ООО «4 Принт», 2019. – 212 с.
2. Сергеева, И. А. Комплексная система обеспечения экономической безопасности предприятия : учеб. пособие / И. А. Сергеева, А. Ю. Сергеев, С. В. Тактарова ; под ред. И. А. Сергеевой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2023. – 140 с.
3. Оценка экономической безопасности предприятия: ключевые аспекты и методики <https://rtmtech.ru/articles/otsenka-ekonomicheskoy-bezopasnosti/>
4. Разуваева, Е. Б. Комплексная методика оценки рисков и угроз экономической безопасности предприятия / Е. Б. Разуваева, Ю. В. Трифонова // Мир науки и мысли. The World of Science and Ideas. – 2023. – № 1. – С. 150.
5. Сушко Н. А. Основы экономической безопасности предприятия (организации) : метод. указания / Н. А. Сушко, В. А. Уманец, О. В. Демчук, Н. В. Петренко ; Керченский государственный морской технологический университет, Кафедра экономики. – Керчь, 2019.

КОРПОРАТИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: ВНУТРЕННИЕ И ВНЕШНИЕ УГРОЗЫ

Дятлова Т.Н.

**Курский государственный медицинский университет
Кафедра биологической и химической технологии**

Актуальность. В современном цифровом мире, где данные стали ценным активом, обеспечение корпоративной безопасности является критически важным для успешного функционирования и развития любого предприятия. Уязвимости в системах безопасности могут привести к утечкам конфиденциальной информации, финансовым потерям, репутационному ущербу и даже остановке бизнес-процессов.

Актуальность проблемы корпоративной безопасности обусловлена ростом киберпреступности: количество и сложность кибератак постоянно увеличиваются, злоумышленники используют новые методы и технологии для проникновения в корпоративные сети и получения доступа к ценным данным. С развитием облачных технологий, удаленной работы и мо-

бильных устройств периметр безопасности размывается, что усложняет задачу защиты информации.

Недобросовестные или неосторожные сотрудники могут нанести значительный ущерб компании, намеренно или случайно компрометируя конфиденциальную информацию. Многие отрасли обязаны соблюдать строгие требования по защите данных, несоблюдение которых может привести к штрафам и другим санкциям.

Цель исследования. Целью исследования является анализ внутренних и внешних угроз корпоративной безопасности, выявление наиболее уязвимых мест в системах защиты информации и разработка рекомендаций по улучшению корпоративной безопасности для минимизации рисков и обеспечения устойчивого функционирования организаций.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

1) Проанализировать существующие классификации внутренних и внешних угроз корпоративной безопасности.

2) Выявить наиболее распространенные типы внутренних и внешних угроз.

3) Оценить потенциальный ущерб от реализации различных типов угроз.

4) Изучить современные методы защиты информации от внутренних и внешних угроз.

5) Разработать рекомендации по улучшению корпоративной безопасности для минимизации рисков и обеспечения устойчивого функционирования организаций.

Материалы и методы исследования. В качестве материалов для исследования были использованы: научные статьи и публикации в области корпоративной безопасности; отчеты аналитических агентств и консалтинговых компаний; нормативные документы и стандарты в области информационной безопасности; статистические данные о киберпреступности; практический опыт внедрения систем защиты информации в различных организациях.

Результаты исследования. В результате проведенного исследования была разработана классификация внутренних и внешних угроз корпоративной безопасности, учитывающая современные реалии и специфику различных отраслей. Выявлены наиболее распространенные типы внутренних угроз и наиболее распространенные типы внешних угроз. Оценено, что человеческий фактор остается ключевым фактором, способствующим реализации как внутренних, так и внешних угроз. Выявлены наиболее уязвимые места в системах защиты информации. Предложены рекомендации по улучшению корпоративной безопасности.

Выводы.

Корпоративная безопасность является сложной и многогранной проблемой, требующей комплексного подхода. Внутренние и внешние угрозы могут нанести значительный ущерб организации, поэтому необходимо уделять особое внимание разработке и внедрению эффективных мер защиты информации.

Ключевым фактором успеха в обеспечении корпоративной безопасности является сочетание технических средств защиты и организационных мер, а также постоянное повышение осведомленности сотрудников о правилах безопасности. Регулярный мониторинг и анализ угроз позволяют оперативно выявлять и устранять уязвимости в системах защиты информации.

Список литературы

1. Безопасность в компьютерных системах: классическое руководство / Р. Андерсон. – М.: Вильямс, 2017. – 816 с.
2. Основы информационной безопасности: учебное пособие / Е. Б. Белов, В. П. Лось, В. И. Мельников. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 296 с.
3. Информационная безопасность и защита информации: учебное пособие / Ю. Ю. Громов, В. В. Дрожжин, В. А. Ефимов. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 448 с.
4. Корпоративная информационная безопасность: учебное пособие / А. В. Замулко. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 192 с.
5. Информационная безопасность предприятия: учебное пособие / В. П. Панасенко, В. А. Степанов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 336 с.
6. Стандарты ISO серии 27000.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФИНАНСОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Дятлова Т.Н.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра биологической и химической технологии

Актуальность. В условиях глобализации и динамично развивающихся международных экономических отношений, обеспечение финансовой безопасности внешнеэкономической деятельности приобретает первостепенное значение для устойчивого развития бизнеса и национальной экономики. Доклад посвящен исследованию актуальных проблем и методов обеспечения финансовой безопасности при осуществлении внешнеэкономической деятельности, анализу факторов, влияющих на финансовые риски, а также разработке практических рекомендаций по их минимизации. Во внешнеэкономической деятельности государства существенное значение играют вопросы, касающиеся рисков, вызовов и угроз, связанных как с движением товаров, так и движением капитала, рабочей силы и обеспечением платежной дисциплины в иностранной валюте. В связи с этим тема обеспечения финансовой безопасности при осуществлении внешнеэкономической деятельности актуальна и значима.

Цель исследования - изучение особенностей обеспечения внешнеэкономической безопасности, выявление основных угроз и рисков, показателей, а также приоритетных направлений обеспечения финансовой безопасности.

Материалы и методы исследования. В качестве материалов исследования использованы:

1) Научная литература по вопросам финансовой безопасности, управления рисками, внешнеэкономической деятельности.

2) Нормативные правовые акты, регулирующие внешнеэкономическую деятельность и валютное регулирование.

3) Статистические данные о развитии внешнеэкономической деятельности и динамике финансовых показателей компаний, осуществляющих экспортно-импортные операции.

4) Отчетность компаний, осуществляющих внешнеэкономическую деятельность.

5) Аналитические обзоры и прогнозы экспертов в области финансов и международной торговли.

Главными методами исследования, являются общенаучные методы индукции и дедукции, метод теоретического системного анализа, монографический (описательный) метод.

Результаты исследования. Для обеспечения внешнеэкономической безопасности необходимо не только сохранять тенденцию превышения экспорта над импортом, но и создавать все условия для формирования правильных «структурных» изменений в товарообороте. Для этого требуется обеспечить диверсификацию экспорта России за счет перехода к реализации товаров с высокой добавленной стоимостью и инновационной продукции, имеющей перспективы роста жизненного цикла. Также следует не допускать превышения фактических показателей в сфере обеспечения внешнеэкономической безопасности пороговых значений, что должно достигаться путем их постоянного мониторинга. И наконец, необходимо реализовать и закрепить в среднесрочной и долгосрочной перспективе конкурентные преимущества нашего государства в международной торговле.

Выводы. Экономическая безопасность внешнеэкономической сферы во многом зависит от возможности государства по нейтрализации современных вызовов и угроз, тщательно продуманной экономической и торговой политики, действий государства по защите торговых интересов отечественных товаропроизводителей. Важно направить все усилия не на увеличение абсолютных показателей во внешнеэкономической сфере, а на две составляющие:

- качественное изменение структуры российского экспорта и импорта в пользу товаров с высокой добавленной стоимостью и имеющих перспективы закрепления в сфере высоких технологий на международных рынках;

- разработка и мониторинг единой системы показателей внешнеэкономической сферы, и контроль за их динамикой на основе сравнения с пороговыми значениями.

Таким образом, внедрение эффективной системы управления финансовыми рисками позволит предприятиям, осуществляющим внешнеэкономическую деятельность, повысить свою финансовую устойчивость, минимизировать потери и обеспечить устойчивый рост в условиях нестабильной мировой экономики.

Список литературы

1. О перспективах развития уголовного законодательства стран Евразийского экономического союза, обеспечивающего охрану национальных интересов в сфере внешнеэкономической деятельности / Лапшин В.Ф., Кузнецова Н.В. // Безопасность бизнеса. – 2021. – № 1. – с. 21 – 25.
2. Валютный состав преступления по ст. 193.1 УК РФ / Пантюшов О.В. // Право и экономика. – 2021. – № 4. – с. 75 – 78.
3. Роль обеспечения безопасности в системе внешнеэкономической деятельности для повышения национальной экономической безопасности / Стасев М.А. // Terra Economicus. – 2012. – № 4-2. – с. 163-166.
4. Национальная безопасность России в контексте современных политических процессов. / А.И. Буркин, А.В. Возжеников, Н.В. Синеок – М., 2019.
5. Финансовая безопасность предприятия как основной критерий его экономической безопасности / Еремеева С.С. // Финансы и учетная политика. 2019. № 5 (9). – с. 17-21.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СИСТЕМЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Иванова С.К.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра биологической и химической технологии
Научный руководитель – ассистент кафедры Дятлова Т.Н.

Актуальность. В современной цифровой экономике информационные активы стали ключевым ресурсом и конкурентным преимуществом предприятия. Одновременно с этим наблюдается экспоненциальный рост количества, сложности и разрушительности кибератак, которые представляют прямую угрозу экономической безопасности. Финансовые потери от утечек данных, простоев производства, вымогательства и репутационного ущерба могут быть катастрофическими.

Традиционные, реактивные системы защиты, основанные на сигнатурном анализе и правилах, уже не справляются с современными угрозами, такими как целевые атаки (APT), фишинг с социальной инженерией и вредоносное ПО с нулевым днем. В этих условиях обеспечение информационной безопасности перестает быть чисто технической задачей и становится стратегическим элементом экономической стабильности предприятия. Использование технологий искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) позволяет перейти от реактивной к проактивной и предиктивной модели безопасности, что и определяет актуальность данного исследования.

Цель исследования. Провести анализ возможностей и разработать практические рекомендации по интеграции технологий искусственного интеллекта в систему информационной безопасности для повышения общего уровня экономической безопасности предприятия.

Материалы и методы исследования. В работе применялся комплекс теоретических и эмпирических методов:

Теоретические методы: системный анализ научной литературы и отраслевых отчетов; классификация угроз и методов ИИ; формализация процессов внедрения; сравнительный анализ эффективности традиционных и AI-ориентированных систем защиты.

Экспериментальные методы: моделирование кибератак для тестирования алгоритмов МО; анализ кейсов успешного внедрения ИИ в корпоративных системах защиты; оценка экономической эффективности (ROI) от внедрения AI-решений.

Результаты исследования. Проведенное исследование позволило выявить и систематизировать ключевые направления применения ИИ для защиты информационных активов предприятия.

Обнаружение аномалий и вторжений в реальном времени.

Системы на основе машинного обучения анализируют сетевой трафик, поведение пользователей и потоки данных в режиме реального времени, выявляя отклонения от нормальных, «легитимных» паттернов. В отличие от сигнатурных методов, ИИ способен обнаруживать ранее неизвестные угрозы (атаки нулевого дня) и сложные многоэтапные компрометации. Например, алгоритмы могут идентифицировать подозрительную активность учетной записи, которая в нерабочее время пытается получить доступ к критически важным базам данных.

Прогнозирование кибератак (Предиктивная аналитика).

Используя исторические данные о прошлых инцидентах, данные с honeypot-ловушек и актуальную разведку об угрозах (Threat Intelligence), модели ИИ могут прогнозировать вероятные векторы атак на предприятие. Это позволяет службе безопасности заранее укрепить наиболее уязвимые сегменты сети, обновить правила брандмауэров и провести целевые инструкции для сотрудников, то есть перераспределить ресурсы наиболее эффективно.

Автоматизация реагирования на инциденты (SOAR).

ИИ является ядром платформ класса Security Orchestration, Automation and Response (SOAR). При обнаружении угрозы система может не просто подать сигнал тревоги, но и автоматически выполнить заранее прописанные сценарии: заблокировать IP-адрес злоумышленника, изолировать зараженную рабочую станцию от сети, отозвать права доступа пользователя и т.д. Это снижает время реакции с часов или дней до секунд, минимизируя потенциальный ущерб.

Интеллектуальный анализ уязвимостей.

Вместо трудоемкого ручного сканирования, ИИ-системы могут постоянно анализировать IT-инфраструктуру, приоритизировать обнаруженные уязвимости на основе оценки риска для бизнеса и даже предлагать оптимальную последовательность их устранения. Это позволяет исправлять в первую очередь те «дыры», эксплуатация которых с наибольшей вероятностью нанесет реальный финансовый ущерб.

Борьба с мошенничеством и инсайдерскими угрозами.

В сфере экономической безопасности ИИ эффективен для выявления мошеннических финансовых операций, несанкционированных транзакций и действий внутренних злоумышленников. Анализируя модели поведения сотрудников в корпоративных системах, ИИ может отметить аномалии, указывающие на подготовку к хищению данных или саботажу.

Выводы. Таким образом, интеграция технологий искусственного интеллекта в систему информационной безопасности является не опциональным усовершенствованием, а стратегической необходимостью для обеспечения экономической безопасности предприятия в цифровую эпоху.

Список литературы

1. Намиот Д.Е., Ильюшин Е.А., Чижов И.В. Искусственный интеллект в кибербезопасности: современные вызовы и решения // Информационные технологии и безопасность. – 2022. – № 4(15). – С. 45–52.
2. Козлова Н.Ш., Довгаль В.А., Анализ применения искусственного интеллекта и машинного обучения в кибербезопасности 2023. С. 112–118.
3. Василий А.Д., Бобров А. В., Тимонин В. А., Вишняков А. С. Использование технологий машинного обучения в защите информационных систем

4. Коломыцева О. Ю., Плотников В. А. Специфика обеспечения экономической безопасности предприятий в условиях цифровизации экономики Экономика и управление. – 2019. – № 5(12). – С. 34–41.

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА КАДРОВУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ: НОВЫЕ РИСКИ И ВОЗМОЖНОСТИ

Кузнецова П.Д.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра биологической и химической технологии
Научный руководитель – ассистент Дятлова Т. Н.

Актуальность. Нынешний этап экономического развития отмечен повсеместным и стремительным внедрением цифровых технологий, которые проникают во все без исключения направления деятельности предприятий. Кадровая безопасность, то есть обеспечение защищенности интересов организации от угроз, связанных с персоналом, его возможностями и действиями, стала ключевым элементом адаптации к этим изменениям [1].

Исторически угрозы кадровой безопасности были преимущественно обусловлены социально-психологическими факторами, текучестью персонала или промышленным шпионажем. Современные реалии демонстрируют смещение акцента в сторону рисков, опосредованных цифровыми технологиями. Цифровизация порождает качественно новые, сложно прогнозируемые угрозы, одновременно предоставляя инновационные механизмы для их минимизации. Данное обстоятельство диктует необходимость фундаментального пересмотра и адаптации существующих систем управления персоналом и безопасности к вызовам цифровой эпохи, что обуславливает высокую научную и практическую актуальность настоящего исследования.

Цель исследования – комплексное выявление, анализ и систематизация новых рисков и возможностей для кадровой безопасности промышленного предприятия, возникающих на фоне процессов цифровизации.

Материалы и методы исследования. В работе применялся комплекс общенаучных методов. Теоретическую основу составили анализ, синтез и систематизация современных научных публикаций и отраслевых отчетов, посвященных управлению персоналом, информационной безопасности и цифровой трансформации. Эмпирическая часть исследования включала мониторинг и анализ конкретных инцидентов в области кадровой безопасности, освещенных в открытых источниках, а также моделирование потенциальных угрозных сценариев для типичного промышленного предприятия.

Результаты исследования. Цифровизация порождает многогранные угрозы, которые можно структурировать по нескольким ключевым направлениям. Перевод персональных данных сотрудников, планов развития, зарплатных ведомостей и результатов оценки в цифровые форматы делает их мишенью для кибератак [2]. Утечка такой информации может привести не только к репутационным и финансовым потерям по закону о защите персональных данных (ФЗ-152), но и к шантажу ключевых сотрудников, целенаправленному переманиванию талантов конкурентами или промышленному шпионажу. Например, утечка данных о мотивационных пакетах ведущих инженеров позволяет конкурентам сделать им более выгодное предложение, ослабляя тем самым самый научно-технический потенциал предприятия. Активное внедрение новых технологий приводит к тому, что часть персонала, особенно старших возрастных групп, не успевает адаптироваться. Возникает внутренний «цифровой разрыв»: между сотрудниками, владеющими цифровыми инструментами, и теми, кто испытывает с ними трудности [3]. Это ведет к снижению общей производительности труда, росту сопротивления организационным изменениям, повышению числа ошибок и, как следствие, к дестабилизации кадрового потенциала. Данный риск напрямую угрожает операционной непрерывности предприятия.

Размытие границ между работой и личной жизнью, социальная изоляция могут приводить к профессиональному выгоранию, снижению лояльности и росту текучести кадров среди высококвалифицированных специалистов [4].

Несмотря на технологический прогресс, человек остается самым уязвимым звеном системы безопасности. Низкий уровень цифровой грамотности и дисциплины персонала является причиной до 80% успешных кибератак [5]. Наиболее распространенные угрозы: фишинг (целенаправленные письма с целью получения учетных данных), несанкционированная установка программного обеспечения, небезопасное использование паролей и публичных сетей для доступа к корпоративным ресурсам.

Существует парадоксальная ситуация: цифровые технологии, будучи источником потенциальных угроз и уязвимостей, в то же время предлагают нам арсенал мощных инструментов для эффективного противодействия этим самым угрозам. Современные системы анализа больших данных и искусственного интеллекта позволяют перейти от реактивного к проактивному управлению кадровой безопасностью. Анализируя цифровые следы сотрудников, можно выявлять паттерны, свидетельствующие о готовящемся увольнении, снижении мотивации или нелояльном поведении [6]. Это позволяет HR и службе безопасности заблаговременно принимать меры по удержанию ценного сотрудника или минимизации ущерба от его ухода.

Автоматизированные системы управления идентификацией и доступом позволяют тонко настраивать права доступа сотрудников к информации в соответствии с их должностными обязанностями и минимизировать риски инсайдерских угроз. Логирование всех действий пользователей в корпоративных системах создает прозрачную и проверяемую среду, что само по себе является сдерживающим фактором для потенциальных нарушителей.

Цифровые платформы позволяют быстро и масштабируемо проводить обучение сотрудников как профессиональным навыкам, так и основам кибербезопасности. Использование симуляторов фишинговых атак и геймификации повышает эффективность усвоения знаний по безопасности. Кроме того, системы дистанционного обучения позволяют быстро переучивать персонал в условиях меняющихся технологических процессов, повышая гибкость и устойчивость кадрового состава.

Эффективное использование цифровых инструментов, развитие гибких форматов работы и создание современной технологичной среды внутри компании являются мощным конкурентным преимуществом на рынке труда. Это позволяет привлекать и удерживать мотивированных специалистов, для которых цифровая культура и возможности для развития являются ключевыми факторами при выборе работодателя [7]. Таким образом, сама цифровая среда предприятия становится элементом его кадровой безопасности.

Выводы. Проведенное исследование позволяет констатировать, что цифровизация оказывает комплексное и двойственное влияние на кадровую безопасность предприятия. Она не просто модифицирует старые угрозы, но и генерирует принципиально новые, связанные с киберпространством, цифровыми компетенциями и дистанционной работой. Ключевыми рисками являются: уязвимость конфиденциальных кадровых данных, растущий разрыв в цифровых навыках персонала, угрозы со стороны удаленных форматов работы и низкий уровень цифровой культуры.

Таким образом, в современных условиях кадровая безопасность неотделима от информационной. Успех предприятия будет определяться его способностью не только внедрять новые технологии, но и эффективно управлять связанными с ними кадровыми рисками, превращая их в возможности для роста и развития.

Список литературы

1. Петров, А.И. Кадровая безопасность организации в цифровой экономике: монография / А.И. Петров, В.К. Сидоров. – М.: ИНФРА-М, 2023. – 198 с.

2. Семенова, Е.В. Управление человеческими ресурсами в условиях цифровой трансформации: риски и возможности / Е.В. Семенова // Экономика и управление. – 2022. – № 5 (154). – С. 22–28.
3. Каплан, Р.С. Операционная система как стратегия: Как построить устойчивую организацию в эпоху цифровых технологий / Р.С. Каплан, Д.П. Нортон; пер. с англ. – СПб.: Питер, 2021. – 256 с.
4. Иванова, Л.М. Психологические аспекты дистанционной работы: вызовы для кадровой безопасности / Л.М. Иванова // Психология в экономике и управлении. – 2022. – Т. 14, № 4. – С. 56–64.
5. Отчет о глобальных угрозах информационной безопасности. – PwC, 2023. – 48 с. – Режим доступа: <https://www.pwc.ru/ru/cybersecurity/gsis.html> (дата обращения: 7.11.2025).
6. Смирнов, В.Г. Big Data и искусственный интеллект в управлении персоналом: от анализа к действию / В.Г. Смирнов // Бизнес-информатика. – 2021. – № 3 (57). – С. 32–41.
7. Абрамова, М.О. HR-брендинг в цифровой среде: стратегии привлечения и удержания талантов / М.О. Абрамова // Маркетинг и маркетинговые исследования. – 2023. – № 1. – С. 88–95.

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВЫХ ВАЛЮТ И КРИПТОВАЛЮТ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ

Привал А.В.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра биологической и химической технологии
Научный руководитель – ассистент кафедры Дятлова Т.Н.

Актуальность. В условиях глобальной цифровизации финансового сектора широкое распространение получают цифровые валюты, включая криптовалюты и проекты цифровых валют центральных банков (CBDC). Их использование предприятиями создаёт новые возможности, такие как снижение транзакционных издержек и ускорение расчетов, но одновременно порождает уникальные риски, влияющие на экономическую безопасность. К ним относятся волатильность курсов, правовая неопределённость, киберугрозы и риск использования в противоправной деятельности.

Цель исследования – анализ потенциальных угроз и возможностей для экономической безопасности предприятия, связанных с интеграцией цифровых валют в его финансово-хозяйственную деятельность, и разработка рекомендаций по минимизации рисков.

Материалы и методы анализа. В работе применялись теоретические методы исследования (системный анализ, классификация рисков, нормативно-правовой анализ), а также методы моделирования и прогнозирования для оценки финансовых последствий. Анализ проводился на основе данных открытых отчетов регуляторов, аналитических агентств и научных публикаций.

Результаты исследования. Интеграция цифровых активов в финансовые операции предприятия создает комплексную угрозу его экономической безопасности. Ключевой проблемой является операционная уязвимость, связанная с высоким риском кибератак на криптокошельки и биржи, а также необратимостью ошибочных транзакций, что требует развертывания высокотехнологичных систем защиты. Существенное влияние оказывает экстремальная волатильность курсов, способная привести к значительным спекулятивным потерям и нарушить финансовую стабильность компании. Правовое поле остается крайне неопределенным: отсутствие единой международной регуляторной базы и возможность внезапных запретительных мер создают серьезные препятствия для долгосрочного планирования и инвестиций. Кроме того, использование цифровых валют сопряжено с репутационными рисками из-за их устойчивой ассоциации с теневой экономикой и противоправной деятельностью, что может нанести существенный ущерб деловой репутации и доверию контрагентов. Для смягчения этих угроз необходим комплекс организационных, технических и режимных мероприятий.

Выводы. Таким образом, использование цифровых активов формирует для предприятия комплексную угрозу экономической безопасности, нейтрализация которой требует системного подхода. Для минимизации рисков организация должна разработать и внедрить внутреннюю политику, регламентирующую все операции с цифровыми валютами. Критически важным является внедрение специализированных защищенных решений для хранения ключей и проведения транзакций, что позволяет снизить операционные и киберриски. Не менее значимым остается постоянный мониторинг изменений нормативной базы и проведение регулярного стресс-тестирования финансовых моделей на предмет волатильности криптовалютных курсов. Создание надежной системы безопасности невозможно без комплексного обучения сотрудников, которое должно охватывать как правила кибергигиены, так и правовые аспекты использования цифровых валют. Реализация этих мер в комплексе позволит предприятию не только защититься от потенциальных угроз, но и стратегически использовать преимущества новой цифровой реальности.

Список литературы

1. Всемирная организация здравоохранения. – <https://www.who.int/>
2. Вартанян Р.С. Синтез основных лекарственных средств. – М.: МИА, 2005.
3. Майофис Л.С. Химия и технология химико-фармацевтических препаратов. – М., 1964.
4. Wang J. et al. Hydrazine as facile nitrogen source for direct synthesis of amonies over a supported Pt catalyst // ACS Sustainable Chemistry & Engineering. – 2000.
5. Безопасность жизнедеятельности в химической промышленности: учебник / под ред. Н.И. Акинина. – СПб.: Лань, 2022.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЦЕПОЧЕК ПОСТАВОК И ЗАЩИТА ОТ КОНТРАФАКТНОЙ ПРОДУКЦИИ

Капнина Е.О.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра биологической и химической технологии
Научный руководитель – ассистент Дятлова Т.Н.

Актуальность проблемы обусловлена глобализацией рынков и усложнением логистических процессов, что создает новые угрозы для целостности цепочек поставок. По данным Всемирной таможенной организации, до 7% мирового товарооборота составляет контрафактная продукция, что наносит ущерб экономике, оцениваемый в сотни миллиардов долларов ежегодно. Особую опасность представляет фальсификация фармацевтической продукции, медицинских изделий и пищевых продуктов, что создает прямую угрозу жизни и здоровью населения. Существующие системы контроля демонстрируют свою неэффективность в условиях роста объемов международной торговли и использования сложных схем уклонения от таможенного контроля. В этой связи разработка комплексных решений по обеспечению безопасности цепочек поставок и защите от контрафактной продукции представляет собой одну из наиболее актуальных задач современной экономики и здравоохранения.

Цель исследования: провести анализ современных технологий отслеживания и защиты для обеспечения безопасности цепочек поставок и борьбы с контрафактной продукцией.

Материалы и методы исследования. В работе использованы методы системного и сравнительного анализа, обобщение научной литературы и данных отраслевых отчетов. Проведена оценка преимуществ и недостатков таких технологий, как блокчейн, RFID-метки, QR-коды и химические маркеры.

Результаты исследования. Цифровые технологии отслеживания представляют собой комплекс решений, основанных на использовании уникальных идентификаторов и распределенных реестров для контроля движения товаров. [1] Наиболее перспективными направлениями являются: блокчейн-платформы, RFID-метки, QR-коды нового поколения и химиче-

ские маркеры. Система блокчейн обеспечивает создание неизменяемой цепочки записей о каждом этапе движения товара - от производителя к конечному потребителю. RFID-метки позволяют осуществлять автоматизированный контроль и учет в режиме реального времени. Особенностью современных систем защиты является их способность интегрироваться с IoT-устройствами и аналитическими платформами, обеспечивая сквозную прозрачность цепочек поставок [2].

Сравнительный анализ преимуществ и недостатков современных методов защиты показывает их перспективность по сравнению с традиционными подходами. К ключевым преимуществам можно отнести возможность отслеживания в режиме реального времени, высокую степень защиты от подделки, снижение операционных издержек и минимизацию человеческого фактора. В отличие от бумажных сертификатов и голограмм, цифровые системы обеспечивают надежную верификацию подлинности и быстрое выявление нарушений в цепочке поставок. Однако метод имеет и недостатки: высокие первоначальные затраты на внедрение, необходимость обучения персонала, зависимость от стабильности интернет-соединения и энергоснабжения. Несмотря на эти ограничения, выбор в пользу цифровых систем отслеживания обусловлен их многофункциональностью – способностью одновременно решать несколько задач: предотвращение контрафакта, оптимизация логистики, повышение качества данных и улучшение управления запасами [3].

Перспективы развития метода связаны с созданием интегрированных платформ, объединяющих различные технологии отслеживания. Первоочередной задачей является разработка межотраслевых стандартов и протоколов взаимодействия, позволяющих обеспечить совместимость систем различных участников рынка [4]. Особое внимание следует уделить созданию «умных» контрактов, автоматически регистрирующих переход прав собственности и контролирующих соблюдение условий поставки. Для дальнейшего развития необходимо создание гибридных систем, сочетающих цифровые технологии с физическими методами защиты, включая наномаркирование и биохимические метки. Дополнительным направлением исследований может стать разработка систем предиктивной аналитики, способных прогнозировать риски нарушений в цепочках поставок на основе анализа больших данных [5].

Выводы. Внедрение современных систем защиты цепочек поставок открывает новые возможности для борьбы с контрафактной продукцией и повышения эффективности логистических процессов. Несмотря на существующие вызовы, связанные с стоимостью внедрения и технологическими барьерами, потенциал метода значительно превосходит его ограничения. Разработка усовершенствованных систем отслеживания и создание единых отраслевых стандартов позволит минимизировать риски фальсификации, обеспечивая защиту потребителей и законных производителей. Дальнейшие исследования должны быть сфокусированы на оптимизации архитектуры систем, снижении стоимости внедрения и разработке нормативной базы, регулирующей использование цифровых технологий в цепочках поставок.

Список литературы

1. Пещеров Г.И. Система государственного и муниципального управления. Учебник. М.: Издательство МГОУ, 2009. – 617 с.
2. Радаев В.В. "Изменение масштабов и форм борьбы с контрафактной продукцией на российском рынке потребительских товаров": – М.: RusБренд, 2010. – 46с.
3. Барсукова С.Ю. "Три составных части контрафакта: подделки, серый импорт и имитаторы": – М.: RusБренд, 2008. – 10с.
4. Петров И.А. Охрана товарных знаков в Российской Федерации. М., 2012. – С. 132 – 138.
5. Интеллектуальная собственность. Контрафакт. Актуальные проблемы теории и практики: сб. науч. Трудов. Т. 2/ под ред. д-ра юрид. наук В. Н. Лопатина. – М.: Издательство ЮРАЙТ, 2009. – 303 с.

АНАЛИЗ ЧИСЛЕННОСТИ И СОСТАВА НАСЕЛЕНИЯ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Константинов И.И.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра экономики и менеджмента

Научный руководитель: к.и.н., доцент Беляев С. А.

Актуальность. Анализ статистических данных может помочь прогнозировать будущие вызовы, такие как нехватка рабочей силы или нагрузка на пенсионную систему. По данным Росстата (2025), регион переживает постепенное сокращение населения, что требует внимания со стороны властей и исследователей.

Цель исследования – проанализировать текущую численность населения Курской области, её историческую динамику и состав (возрастной, гендерный, этнический, урбанизационный) позволит выявить ключевые тенденции и факторы, влияющие на демографию.

Материалы и методы исследования. Основными материалами послужили статистические данные Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Курской области (Курскстат), включая ежегодники «Статистический ежегодник курской области» (2024) и «Курская область в цифрах» (2025). Методы исследования включали количественный анализ статистических данных (расчёты коэффициентов рождаемости, смертности и миграции), сравнительный анализ.

Результаты исследования. Курская область – один из ключевых регионов Центрального Черноземья России, расположенный на юго-западе страны и граничащий с Украиной. Её площадь составляет около 29,8 тысяч квадратных километров, а административный центр – город Курск. Экономика области традиционно опирается на сельское хозяйство (производство зерна, сахара, мяса), промышленность (машиностроение, химия) и транспортные узлы. Именно демографические показатели играют решающую роль в устойчивом развитии региона, влияя на рынок труда, социальное обеспечение и инвестиционную привлекательность.

По оценкам Росстата на начало 2025 года, численность населения Курской области составляет около 1,05 миллиона человек (Таблица 1). Это на 1,05% ниже показателей 2024 года, отражая продолжающуюся тенденцию к сокращению, обусловленную низкой рождаемостью и миграционным оттоком [2]. Для сравнения: в 2011 году население превышало 1,13 миллиона, а к 2022-му снизилось до 1,08 миллиона (4,22%).

Таблица 1 – Численность населения (01.01.2025)

Годы	Все население, человек	в том числе		В общей численности населения, процентов	
		городское	сельское	городское	сельское
2006	1177627	736676	440951	62,6	37,4
2011	1125648	735680	389968	65,4	34,6
2016	1117503	750917	366586	67,2	32,8
2020	1099627	750593	349034	68,3	31,7
2021	1091581	746230	345351	68,4	31,6
2022	1078156	738194	339962	68,5	31,5
2023	1067034	730769	336265	68,5	31,5
2024	1060892	729497	331395	68,8	31,2
2025	1049783	723872	325911	69,0	31,0

Распределение населения по районам неравномерно: около 44% жителей сосредоточено в административном центре – городе Курске (примерно 436,7 тысяч человек) [3]. Среди сельских районов выделяются Курский (около 55 тысяч), Суджанский (около 19 тысяч) и Октябрьский (около 18 тысяч). В отдалённых районах, таких как Хомутовский и Черемисиновский, численность ниже 4,5 тысяч человек на район [1], что усиливает проблемы с инфраструктурой.

Плотность населения в области – около 35,4 человек на квадратный километр [1], что ниже средней по Российской Федерации (около 9 человек на км²) и свидетельствует о значительной территории с низкой заселённостью. В Центральном Черноземье Курская область занимает одно из последних мест по численности среди регионов (Белгородская - около 1,5 млн, Воронежская - 2,3 млн) [4], что делает её уязвимой к демографическим рискам, но открывает возможности для привлечения мигрантов и развития туризма.

Состав населения Курской области характеризуется рядом особенностей, отражающих общие демографические тенденции России и региональные особенности.

Возрастной состав демонстрирует значительное старение населения. По данным 2025 года, доля детей и подростков в возрасте до 16 лет составляет около 16,5% [2]. Трудоспособное население (от 16 до 62 лет) составляет примерно 56,2% [2], а доля пожилых людей (старше 63 лет) достигает 27,3% [2]. Средний возраст жителей области составляет около 40 лет, что выше общероссийского показателя. Такая возрастная структура связана с демографической ямой 1990-х годов, когда рождаемость существенно снизилась, а смертность выросла.

Численность мужчин и женщин населения Курской области имеет типичное для России распределение: женщин немного больше – около 54,7%, особенно среди пожилых возрастных групп (70%) [2].

Этнический состав региона преимущественно русскоязычный – около 95% населения составляют русские. Среди национальных меньшинств выделяются украинцы, белорусы, армяне и представители других народов, но их доля невелика. Такая этническая однородность обусловлена историческими и географическими факторами.

Городское население в Курской области достигает примерно 69% [2], что отражает тенденцию к концентрации населения в городах и крупных населённых пунктах. Город Курск является крупнейшим центром, где проживает почти половина всего населения региона. Сельское население составляет около 31% [2], и его численность постепенно сокращается из-за миграции в города и депопуляции деревень.

Численность и состав населения Курской области формируются под влиянием комплекса факторов, среди которых доминируют демографические, экономические и исторические.

Естественный прирост населения в регионе отрицательный из-за низкой рождаемости и высокой смертности (-8,2). По данным Росстата (2024), коэффициент рождаемости составляет около 6-7 новорождённых на 1000 [2] человек, что ниже уровня воспроизводства (2,1 ребёнка на женщину). Смертность, напротив, достигает 15-16 случаев на 1000 человек, особенно среди мужчин трудоспособного. Это приводит к естественной убыли населения на 8-9 тысяч человек ежегодно, усугубляя старение населения, создавая нагрузку на социальную систему, увеличивая расходы на здравоохранение.

Миграционные процессы играют ключевую роль: область теряет жителей за счёт внутренней миграции в Москву, Санкт-Петербург и другие регионы с более высоким уровнем жизни. Ежегодный миграционный отток составляет около 2-3 тысяч человек [2]. В то же время наблюдается приток мигрантов из Украины, Казахстана и других стран СНГ, особенно после 2014 года, что частично компенсирует потери. Миграции преимущественно трудовые и не способствуют росту рождаемости.

Социально-экономические факторы включают уровень доходов (средняя зарплата в области - около 31780 до 71659 тысяч рублей [2], ниже средней по РФ), безработицу (около 5%) [2] и состояние здравоохранения.

Таким образом, Курская область представляет собой динамично развивающийся регион Центрального Черноземья, обладающий значительным потенциалом благодаря выгодному географическому положению, развитой агропромышленной базе и транспортной инфраструктуре. Экономика области опирается на промышленность, сельское хозяйство, торговлю, строительство, транспортировку и хранение [3], обеспечивая вклад в ВВП страны.

Выводы. Демографическая ситуация характеризуется старением населения, отрицательным естественным приростом и миграционным оттоком. Низкий уровень жизни стимулирует отток молодёжи, а недостаток квалифицированных кадров тормозит развитие, что требует мер по повышению рождаемости и привлечению молодых специалистов. Факторы, влияющие на численность и состав, подчёркивают необходимость улучшения социально-экономических условий, включая здравоохранение, образование и инфраструктуру.

Список литературы

1. Бартенева Г.В., Ильин А.Е., Калугин В.И., Колмыкова Т.С., Осиневич Л.М., Старкова О.В. Статистический ежегодник Курской области. 2024: Стат.сб. / Под ред. Е.И. Герашенко – Курск: Курскстат, 2024. – 392 с. URL: https://46.rosstat.gov.ru/publication_collection/document/39278
2. Воробьева К.А., Ильин А.Е., Калугин В.И., Колмыкова Т.В., Локтионова Е.В., Осиневич Л.М., Старкова О.В. Курская область в цифрах. 2025: Краткий статистический сборник / Под ред. Е.И. Герашенко. – Курск: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Курской области, 2025. – 210 с. URL: https://46.rosstat.gov.ru/publication_collection/document/39293
3. МИД России. Внешнеэкономические связи субъектов Российской Федерации [Электронный ресурс] // МИД России. – Режим доступа: https://mid.ru/ru/foreign_policy/economic_diplomacy/vnesneekonomiceskie-svazi-sub-ektov-rossijskoj-federacii/2009627/, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 26.10.2023).
4. Федеральная служба государственной статистики. Демографический ежегодник России. 2021. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (дата обращения: 15.10.2023).

ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ И ДИНАМИКИ ДОХОДОВ ОТ ПЛАТНЫХ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ В ОРГАНИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Самарина М. А.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра экономики и менеджмента
Научный руководитель – к.э.н., доцент Власова О. В.

Актуальность. В современном мире придается большое значение повышению качества и доступности медицинской помощи, которые зависят от рационального использования имеющихся у медицинской организации экономических ресурсов, в том числе финансовых [1]. Важнейшей тенденцией развития систем здравоохранения экономически развитых стран является смещение приоритета от максимальной экономии расходов при оказании медицинской помощи к максимальной эффективности использования задействованных ресурсов [2]. Анализ доходов позволяет определить динамику изменения показателей, а также определить их структуру и удельный вес каждого направления оказываемых медицинских услуг, что в свою очередь, позволит своевременно и качественно реализовывать финансовые и управленческие решения.

Цель исследования – проанализировать структуру и динамику доходов от платных медицинских услуг Университетской клиники КГМУ

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось на основе данных бухгалтерской отчетности организации за 2024-2025 гг. Использовались такие методы исследования, как анализ рядов динамики, метод обобщающих показателей, сравнительный анализ.

Результаты исследования. В ходе анализа показателей финансовых результатов деятельности организации за 9 месяцев 2025 года было установлено, что плановый показатель доходов выполнен на 46,79%, что в абсолютном значении составляет – 19 462 648,27 руб. За исследуемый период выявлена волнообразная динамика поступлений доходов от платных медицинских услуг. Так, прирост показателя в феврале составил 15,5% по сравнению с янва-

рем, в марте произошло сокращение на 3,3%. Значительный прирост выручки произошел в апреле (на 51,6%), что в абсолютном значении 909330,8 руб. Также увеличение показателя зафиксировано в мае отчетного периода (на 37,1%). В летний период произошло сокращение уровня доходов в среднем на 27,4%. Данный спад может быть обусловлен сезонными колебаниями. Наименьший уровень дохода за отчетный период (9 месяцев), зафиксирован в августе (1 394 170,18 руб.). В сентябре по сравнению с августом показатель вырос на 68,8% (на 959023,32 руб.).

Анализ выручки по направлениям клиники показывает, что распределение доходов достаточно диверсифицировано, однако есть явные лидеры и подразделения с наименьшим удельным весом в общей структуре доходов. Лидерами по выручке являются – травматология и ортопедия (13,12%) и ультразвуковая диагностика (11,60%). Вместе они обеспечивают почти четверть (24,7%) общей выручки клиники, что указывает на высокий спрос на данные услуги. Далее следует группа из четырех направлений с выручкой около 9-10% каждое: профосмотры (9,74%), акушерство и гинекология (9,62%), анализы (8,14%), и сердечно-сосудистая хирургия (7,02%). Эти направления формируют значительную часть дохода и, вероятно, являются ключевыми для стабильности клиники. Терапия, отоларингология, эндокринология, неврология приносят от 2% до 5% выручки клиники. Остальные подразделения приносят менее 2% выручки, такие как педиатрия, офтальмология, ревматология и др. Это узкопрофильные или менее востребованные направления, развитию которых стоит уделить внимание для оптимизации используемых ресурсов и созданию конкурентных преимуществ по сравнению с другими многопрофильными клиниками.

Выводы. Таким образом, на основе проведенного анализа можно предложить следующие меры для повышения уровня доходов клиники:

- Разработать мероприятия по повышению выручки в летний период
- Развивать направления, которые в структуре доходов составляют наименьший удельный вес
- Расширять ассортимент медицинских услуг
- Разработать комплекс маркетинговых мероприятий по продвижению медицинских услуг

Список литературы

1. Репринцева, Е.В. Механизмы финансирования здравоохранения РФ / Е.В. Репринцева // Иннов: электронный научный журнал. – 2018. – № 3(36). – С. 22.
2. Скипидарников А.А. Пути эффективного организационно-экономического планирования деятельности ОБУЗ «Дмитриевская районная больница» Курской области в условиях ограниченных ресурсов // Наука и практика регионов. – 2016. – № 4 (5). – С. 54-58.

К ВОПРОСУ О СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ ЗНАЧЕНИИ БЕСПЛАТНЫХ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ И ОГРАНИЧЕНИЯХ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ, СВЯЗАННЫХ С ЭТИМ

Сапронов И.Р., Беседин А.Д., Маргиев Д.Н.
Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова,
Санкт-Петербург, Россия

Актуальность. Система обязательного медицинского страхования (ОМС) представляет собой ключевой элемент государственных гарантий предоставления гражданам Российской Федерации бесплатной медицинской помощи. Несмотря на декларируемую универсальность и общедоступность, ее функционирование сопряжено с системными диспропорциями между социальными обязательствами государства и экономическими возможностями их реализации. Финансовая модель, основанная на принципах солидарности и включающая значительный объем льгот для различных категорий населения, формирует устойчивую на-

пряженность в бюджетной сфере, актуализируя необходимость комплексного анализа ее структурных противоречий.

Цель исследования – выявить и охарактеризовать системные социально-экономические противоречия модели ОМС в РФ, а также смоделировать потенциальные последствия трансформации баланса между бесплатным и платным сегментами медицинской помощи на основе сравнительного анализа с зарубежными аналогами.

Материалы и методы исследования. Методологическую основу работы составили системный и сравнительный анализ. Нормативно-правовую базу исследования формируют Федеральный закон от 29.11.2010 № 326-ФЗ «Об обязательном медицинском страховании в Российской Федерации» и ежегодно утверждаемая Программа государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи. Эмпирическую основу составили данные официальной отчетности Федерального фонда ОМС и Министерства здравоохранения РФ, а также рецензируемые научные публикации в области экономики здравоохранения за период 2020-2025 годов.

Результаты исследования. Организационно-финансовая архитектура системы ОМС в России базируется на страховой модели, где средства формируются за счет страховых взносов: за работающее население – со стороны работодателей, за неработающее – из средств государственного бюджета. Аккумуляция и распределение финансовых потоков осуществляется федеральным и территориальными фондами ОМС, с последующим переводом средств медицинским организациям на основании подушевых нормативов и выполненного объема помощи [1].

Фундаментальным противоречием системы является дисбаланс между законодательно установленным обширным перечнем гарантий (включая дорогостоящие виды лечения и лекарственное обеспечение льготных категорий) и относительно низкой расчетной стоимостью медицинской услуги в рамках тарифа ОМС. Данное обстоятельство создает условия хронического недофинансирования медицинских организаций, следствием чего является устойчивый дефицит регионального бюджета на сферу здравоохранения и требует ее постоянного субсидирования из бюджета субъектов Федерации [2]. Невысокая стоимость тарифов ограничивает возможности учреждений по модернизации инфраструктуры и поддержанию адекватного уровня оплаты труда медицинского персонала, создавая объективные предпосылки для увеличения объема платных услуг в государственном секторе.

Сравнительный анализ демонстрирует различные подходы к решению данной проблемы. В странах с моделью Бевериджа (Великобритания, Канада) основной объем медпомощи оплачивается налогами и является бесплатным для пациента, в то время как частный сектор функционирует параллельно, не исключая возможность государственных гарантий. В системах социального страхования (Германия, Франция) высокий уровень страховых взносов позволяет обеспечивать более широкое покрытие и высокое качество услуг без ущерба для финансовой стабильности провайдеров (табл. 1) [3].

Гипотетический сценарий сокращения льготного обеспечения и коммерциализации базовых медицинских услуг для широких слоев населения в России характеризуется амбивалентностью последствий. С одной стороны, это может привести к снижению прямой фискальной нагрузки на бюджет и фонды ОМС. С другой стороны, подобная трансформация сопряжена с существенными социальными рисками: углубление неравенства в доступности помощи, снижение приверженности населения лечению, рост заболеваемости с временной и стойкой утратой трудоспособности, что в макроэкономической перспективе может нивелировать потенциальные бюджетные преимущества [4].

Таблица 1 – Сравнительный анализ финансовых моделей здравоохранения

Страна / Модель	Доминирующий источник финансирования	Функциональная роль платных медицинских услуг
Российская Федерация (ОМС)	Страховые взносы, трансферты из федерального бюджета	Компенсаторная (восполняет дефицит финансирования в системе ОМС)
Германия (Модель Бисмарка)	Солидарные страховые взносы работников и работодателей	Дополнительная (предоставляется вне рамок <i>comprehensive insurance package</i>)
Великобритания (Модель Бевериджа)	Общегосударственные налоги	Альтернативная (существует в частном сегменте, не заменяя государственные услуги)
Соединенные Штаты Америки (Рыночная модель)	модель Частное страхование, <i>out-of-pocket payments</i>	Доминирующая

Выводы. Система ОМС в Российской Федерации, обеспечивая выполнение критически важной социальной функции, демонстрирует признаки институциональной и финансовой неустойчивости. Низкая расчетная стоимость медицинских услуг в сочетании с широкими обязательствами перед льготными категориями граждан формирует структурный дефицит ресурсов. Коммерциализация базовой медицинской помощи не представляется оптимальным путем реформирования ввиду высоких социальных издержек. Перспективным направлением является не сокращение гарантий, а проведение системной оптимизации, включая повышение эффективности управления ресурсами, внедрение современных моделей оплаты медицинской помощи по результатам и четкое законодательное разграничение между государственными гарантиями и рыночными медицинскими услугами.

Список литературы

1. Федеральный закон от 29.11.2010 № 326-ФЗ (ред. от 24.02.2024) «Об обязательном медицинском страховании в Российской Федерации». – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Кадыров Ф.Н., Обухова О.В., Базарова И.Н., Ендовицкая Ю.В. Финансовое обеспечение системы обязательного медицинского страхования в 2021 году // Менеджер здравоохранения. 2021. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/finansovoe-obespechenie-sistemy-obязatel'nogo-meditsinskogo-strahovaniya-v-2021-godu> (дата обращения: 10.10.2025).
3. Степкина Ю.А. Анализ моделей и способов финансирования здравоохранения и их развития в современных условиях // Вестник ЛГУ им. А.С. Пушкина. 2012. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-modeley-i-sposobov-finansirovaniya-zdravooohraneniya-i-ih-razvitiya-v-sovremennyh-usloviyah> (дата обращения: 10.10.2025).
4. Власова О.В. Оптимизация в здравоохранении и ее социально-экономические последствия для региона // АНИ: экономика и управление. 2021. №3 (36). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-v-zdravooohranenii-i-ee-sotsialno-ekonomicheskie-posledstviya-dlya-regiona> (дата обращения: 10.10.2025).
5. Официальный сайт Федерального фонда обязательного медицинского страхования [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ffoms.gov.ru> (дата обращения: 15.05.2024).

ГЕНДЕРНЫЕ АСПЕКТЫ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ОПЛАТЫ ТРУДА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ, ДИНАМИКИ И ФАКТОРОВ НЕРАВЕНСТВА

Сипач И.М.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра экономики и менеджмента
Научный руководитель - к.фарм.н. Бушина Н.С.

Актуальность. Гендерное неравенство в оплате труда представляет собой одну из наиболее устойчивых и системных проблем современной российской экономики, сохраняющуюся вопреки конституционным гарантиям равных прав и возможностей. Согласно данным Международной организации труда (МОТ), имеющийся на глобальном уровне 20-процентный разрыв в оплате труда между мужчинами и женщинами находит свое отражение и в российских реалиях, где, этот показатель в среднем составляет 37,3%, но может достигать почти 70%, демонстрируя значительную региональную и отраслевую вариативность. Особую актуальность данному исследованию придает комплексный характер проблемы, который выходит за рамки исключительно экономического измерения. Российская специфика проблемы обусловлена рядом уникальных факторов, в т.ч. исторически сложившейся отраслевой сегрегацией, когда традиционно «женские» сферы деятельности (образование, здравоохранение, социальные услуги) систематически недооцениваются в экономическом отношении; сохранением патриархальных установок в трудовых отношениях; региональными диспропорциями и др. [3,4].

Цель исследования - комплексный анализ структурных особенностей, динамических тенденций и гендерной асимметрии в уровне средней начисленной заработной платы в РФ.

Материалы и методы исследования. Официальные данные Росстата [1,2]. Используются методы обобщающих показателей.

Результаты исследования. Проведенный анализ официальных данных Росстата за 2019-2023 гг. выявил устойчивую тенденцию гендерной дифференциации в оплате труда в РФ. Как следует из представленных в табл. 1 данных, наблюдается систематическое превышение среднемесячной заработной платы мужчин над заработной платой женщин на протяжении всего исследуемого периода.

Таблица 1 – Динамика средней заработной платы и гендерного разрыва в РФ в 2019-2023 гг.

Год*	Зарплата женщин, руб.	Зарплата мужчин, руб.	Отношение, %
2019	37 872	52 533	72,1
2021	48 594	67 056	72,5
2023	61 113	87 757	69,6

*Примечание: исследование проводится Росстатом 1 раз в 2 года.

Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что сумма начисленной заработной платы в номинальном выражении обоих полов демонстрирует устойчивый рост: у женщин - с 37,9 тыс руб. в 2019 году до 61,1 тыс руб. в 2023 году (темпы прироста - 61,4%), у мужчин - с 52,5 тыс руб. до 87,8 тыс руб. соответственно (прирост 67,0%). Темпы роста заработной платы мужчин опережают женские показатели, что обусловило увеличению гендерного разрыва с 28,9% в 2019 году до 30,4% в 2023 году (снижение отношения женской зарплаты к мужской с 72,1% до 69,6%). Особого внимания заслуживает динамика 2021-2023 гг., когда гендерный разрыв увеличился на 2,9 процентных пункта, что может свидетельствовать об усилении неравенства в оплате труда в постпандемийный период.

Полученные результаты согласуются с выводами международных исследований (МОТ, ОЭСР) о сохранении устойчивой гендерной асимметрии на рынке труда [3].

Таблица 2 – Изменение средней заработной платы по гендерному признаку по отраслям нематериальной сферы в 2021 году по сравнению с 2019 г.

Показатель	2019				2021				
	Заработная плата, руб		Отношение ЗП жен. к ЗП муж., %	Доля женщин, %	Заработная плата, руб		Отношение ЗП жен. к ЗП муж., %		Доля женщин, %
	жен.	муж.			жен.	муж.	%	Тпр, %	
Образование	31355	32949	95,2	79,9	39815	40589	98,1	3,04	79,5
Здравоохранение	38821	43954	88,3	79,9	45915	53362	86,0	-2,6	79,4
Деятельность административная	32828	40385	81,3	32,7	47071	53425	88,1	8,3	32,8
IT и связь	53887	78980	68,2	43,8	84946	120789	70,3	3,08	42,9
Культура и спорт	35079	47265	74,2	61,6	42152	63301	66,6	-10,2	61,6
Торговля	41160	52122	79,0	55,7	61253	78612	77,9	-1,4	53,9

Установлено, что нематериальной сфере деятельности наблюдается значительная разница в заработной плате между мужчинами и женщинами. Наибольший разрыв зафиксирован в сфере IT и связи (70,3% в 2021 году), где женщины получают значительно меньше мужчин. Наименьший разрыв отмечается в образовании (98,1% в 2021 году), что приближает зарплаты женщин и мужчин к паритету. В большинстве отраслей (образование, административная деятельность, IT и связь) отношение зарплат женщин к мужчинам увеличилось с 2019 по 2021 год, что указывает на сокращение гендерного разрыва. Однако в здравоохранении, культуре и спорте, а также торговле разрыв увеличился или остался практически неизменным. Женщины преобладают в таких сферах, как образование (79,5%) и здравоохранение (79,4%), но их доля значительно ниже в IT и связи (42,9%) и административной деятельности (32,8%). В культуре и спорте, а также торговле доля женщин составляет около 50-60%, что близко к балансу. Наибольшие зарплаты как для женщин, так и для мужчин зафиксированы в IT и связи (84,9 тыс руб. и 120,8 тыс руб. соответственно в 2021 году). Самые низкие зарплаты у работников образования (39,8 тыс руб. у женщин и 40,6 тыс руб. у мужчин в 2021 году).

При изменении средней заработной платы по гендерному признаку по отраслям нематериальной сферы в 2023г. по сравнению с 2021 г. [1] установлен факт сохранения разницы в оплате труда между мужчинами и женщинами. Наибольший разрыв остается в сфере IT и связи (65,5% в 2023 году), где зарплаты женщин составляют лишь около двух третей от зарплат мужчин. Наименьший разрыв зафиксирован в здравоохранении (86,1%) и торговле (78,6%). В IT, связи и административной деятельности гендерный разрыв увеличился (на 6,8% и 7,7% соответственно), что указывает на ухудшение ситуации с равенством оплаты труда в этих отраслях. В культуре и спорте разрыв сократился на 11,4%, в образовании увеличился на 2,9%, в здравоохранении и торговле изменения минимальны (0,1% и 0,9% соответственно). Женщины по-прежнему преобладают в образовании (80,5%) и здравоохранении (80,1%), но их доля остается низкой в административной деятельности (32,7%) и IT и связи (42,1%). В культуре, спорте и торговле доля женщин составляет около 50-60%, что близко к сбалансированному распределению. Наибольший рост зарплат произошел в IT и связи: у женщин – с 84,9 тыс руб. до 111,0 тыс руб., у мужчин – с 120,8 тыс руб. до 169,4 тыс руб. Несмотря на это, гендерный разрыв здесь увеличился. В административной деятельности зарплаты снизились как у женщин, так и у мужчин, что может свидетельствовать о кризисных явлениях в отрасли. В связи с тем, что в культуре и спорте зарплаты женщин снизились незначительно, а мужчин - значительно сократились гендерный разрыв уменьшился.

Выводы. Проведенный анализ гендерного разрыва в оплате труда в России за 2019–2023 годы выявил устойчивую тенденцию к углублению неравенства. Несмотря на общий рост номинальных заработных плат, женщины по-прежнему зарабатывают в среднем на 30,4% меньше мужчин (69,6% от мужской зарплаты в 2023 году). Этот разрыв увеличился на 2,5 процентных пункта по сравнению с 2019 годом, что свидетельствует об отсутствии прогресса в сокращении гендерного дисбаланса. Для улучшения ситуации требуется системный подход, включающий: стимулирование женской занятости в высокотехнологичных отраслях через программы переподготовки; внедрение прозрачных механизмов оплаты труда и карьерного роста; государственную поддержку совмещения работы и семьи; борьбу с культурными стереотипами через образовательные инициативы.

Список литературы

1. Женщины и мужчины России: статистический сборник (2024) – URL: <https://youthlib.mirea.ru/ru/resource/6573?ysclid=md4jkk636j555247053>
2. Женщины и мужчины России: статистический сборник (2022) – URL: <https://youthlib.mirea.ru/ru/resource/6226?ysclid=md4jregr59183758524>
3. Краткий обзор MOT. – URL: <https://www.ilo.org/about-ilo>
4. Мета-анализ гендерного разрыва в оплате труда в России / Рошин С. Ю., Емелина Н. К., Рошин С. Ю., Емелина Н. К. // Экономический журнал высшей школы экономики - 2022. Т. 26. № 2. - С. 213–239.

АНАЛИЗ ДОХОДОВ МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ КЛИНИКИ

Стребиз В.Н.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра экономики и менеджмента

Научный руководитель - к.э.н., доцент Власова О.В.

Актуальность. В современных экономических условиях ключевым показателем устойчивости любой организации, включая медицинскую, является ее финансовый результат [1]. Для стоматологических клиник, функционирующих в высококонкурентной среде рыночных отношений, вопрос эффективного управления доходами приобретает особую остроту и актуальность [2]. Исследование структуры, динамики и факторов формирования доходов стоматологической клиники является практической необходимостью и позволяет провести качественный анализ, а также принять грамотные управленческие решения.

Цель исследования – проанализировать доходы медицинской организации на примере стоматологической клиники КГМУ, изучить их динамику и структуру.

Материалы и методы исследования. Внутренняя отчетность стоматологической клиники КГМУ, применялись методы сравнительного анализа и структурно-динамической оценки.

Результаты исследования. Проведён анализ динамики доходов стоматологической клиники КГМУ за 2024-2025 гг. В январе 2024 года выручка составила 8 075 421 рублей, далее наблюдался положительный прирост, в апреле была достигнута максимальная выручка, которая составила 9 722 997 рублей (+ 8,8%). В летний период можно заметить постепенный спад изучаемого показателя, что можно объяснить запланированными отпусками потенциальных клиентов. Например, в августе доходы клиники сократились практически вдвое (– 42,5%) по сравнению с предыдущим месяцем. Изучив динамику доходов по направлениям, можно сделать вывод о том, что выручка взрослой терапевтической стоматологии имела высокую волатильность: в апреле (+ 23,1%), а в июле (- 22,4%). В августе замечен небольшой прирост (+ 3,3%). При анализе поступлений от терапевтической стоматологии (детской) наблюдалась более позитивная динамика в первые месяцы года, пик пришёлся на апрель (+ 43,4%). Однако, в августе произошло резкое сокращение выручки (- 40,1%). Доходы по профилю хирургическая стоматология (взрослая) показали не совсем стандартную динамику.

Они достигли максимального результата в летний месяц – июль (+40%). Такое положение можно связать с большим количеством проведения плановых медицинских вмешательств. Детское направление данного профиля имеет стабильную негативную тенденцию, это говорит о том, что данный вид услуг не является приоритетным для клиники, и организации необходимо пересмотреть бизнес-модель, а также разработать комплекс маркетинговых мероприятий для продвижения данных медицинских услуг. По направлению имплантология выявлено ежемесячное сокращение доходов, что требует особого внимания со стороны администрации клиники и принятия мер по увеличению спроса на данный вид медицинских услуг. Наиболее стабильное направление – ортодонтия. Сокращение доходов было зафиксировано только в мае и августе, это свидетельствует о том, что данное направление является основным для медицинской организации, и именно оно обеспечивает стабильный финансовый результат. Динамика общей суммы доходов в 2025 году аналогично сокращается в летний период, причиной чего, вероятнее всего, также является планирование отпусков пациентов с соответствующими тратами. Доходы терапевтического направления отражают аналогичную ситуацию, как и общая сумма по всем направлениям. Направление хирургической стоматологии демонстрирует наиболее глубокое и устойчивое падение. С апреля по август показатели сохраняются на отрицательном уровне, с минимальным значением в июне (-58,06%). Это может быть связано с сезонным фактором, а также с возможным оттоком пациентов в другие клиники или снижением доверия к хирургическим услугам. Требуется проведение анализа причин сложившейся ситуации и разработка мер по восстановлению спроса. Доходы от медицинских услуг по направлениям имплантология и ортодонтия также характеризуются типичным спадом в летние месяцы. Сравнив динамику доходов в 2024 и в 2025 гг, можно сделать вывод о том, что летние месяцы (июнь-август) являются критическими для большинства направлений, что подтверждает гипотезу о сезонном влиянии на доходы клиники. Наиболее устойчивым направлением является терапевтическая стоматология для взрослых, которая демонстрирует способность к краткосрочному восстановлению, а также ортодонтия. Наибольшие риски связаны с хирургической и ортопедической стоматологией, где наблюдается устойчивое и глубокое падение доходов.

На следующем этапе проведен анализ структуры доходов стоматологической клиники за 2024-2025 гг. Из года в год наблюдается похожая ситуация: наибольший удельный вес в структуре доходов приходится на направление имплантология (2024 – 48%, 2025 – 37,3%), так как услуги по данному направлению являются одними из самых дорогих, на втором месте – ортопедическая стоматология (2024 год – 24,8%, 2025 год – 24,7%), закрывает тройку – терапевтическая стоматология взрослых (2024 год – 15,2%, 2025 год – 18,2%), так как по этому направлению оказывается наибольшее количество услуг. Наименьшую долю в структуре доходов имеют медицинские услуги для детей, что связано с небольшим спросом на данный вид услуг.

Выводы. Проведенный анализ доходов стоматологической клиники за 2024-2025 годы позволил выявить ряд ключевых закономерностей и проблем. Установлен выраженный сезонный характер деятельности. Надежно подтверждена гипотеза о критическом влиянии летнего периода (июнь-август) на финансовые результаты. Циклическое сокращение выручки, достигающее пика в августе (падение до -42,5% от общего объема), является системным фактором, обусловленным поведенческой моделью потребителей (отпуска, перераспределение расходов). Это требует от руководства клиники разработки и внедрения проактивной антикризисной стратегии, направленной на сглаживание сезонных провалов, например, за счет внедрения программ лояльности, предопускных акций и стимулирования планирования лечения в данный период. Выявлена структурная диспропорция доходов, создающая стратегические риски. Несмотря на то, что наибольшую долю в выручке формирует высокомаржинальная имплантология (37,3% в 2025 г.), именно это направление демонстрирует устойчивую отрицательную динамику, а его доля значительно сократилась. Высокая зависимость от одного, пусть и доходного, сегмента, подверженного спадам, делает финансовую модель клиники уязвимой. Наличие «доноров» стабильности, таких как ортодонтия и взрослая тера-

певтическая стоматология, лишь частично компенсирует этот риск. Детская стоматология (оба профиля) идентифицирована как проблемная зона с хронически низким спросом и резкими негативными колебаниями. Стабильно низкий удельный вес в структуре доходов подтверждает, что данное направление не является приоритетом в текущей бизнес-модели клиники, что сужает её целевую аудиторию и потенциал роста.

Таким образом, основными вызовами для стоматологической клиники являются не только циклические сезонные колебания, но и структурные проблемы: высокая зависимость от сокращающегося высокодоходного сегмента и наличие нескольких направлений с хронически негативной динамикой. Для обеспечения долгосрочной финансовой устойчивости руководству клиники рекомендуется провести ревизию бизнес-модели, сместив акцент в сторону диверсификации доходов за счет развития стабильных направлений и разработки целевых программ по реанимации убыточных сегментов, в особенности детской стоматологии и хирургии.

Список литературы

1. Власова, О. В. Исследование внутреннего потенциала учреждения здравоохранения / О. В. Власова // Университетская наука: взгляд в будущее : Сборник научных трудов по материалам Международной научной конференции, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета, Курск, 08–09 февраля 2024 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2024. – С. 180-182. – (дата обращения: 11.10.2025)
2. Власова, О. В. Совершенствование предпринимательской деятельности организации здравоохранения / О. В. Власова // Биотехнология и биомедицинская инженерия : сборник научных трудов по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета, Курск, 28 ноября 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 253-255. (дата обращения: 04.10.2025)

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ И СИСТЕМНЫЕ ВЫЗОВЫ В РАЗВИТИИ РЫНКА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Съедугина А.С.

ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова»

Базовая кафедра индустрии качества

Научный руководитель – к.т.н. Уткина А.С.

Актуальность. В статье приведены результаты анализа современного состояния и перспектив развития сектора пищевой биотехнологии в России. Идентифицированы ключевые проблемные зоны, сдерживающие интенсивное развитие отрасли, включая фрагментарность производственной базы, нормативно-правовую неопределенность и сырьевую ориентацию экспорта. Сформулированы стратегические направления для преодоления выявленных дисбалансов, включая технологическую модернизацию и усиление интеграции между наукой и бизнесом.

Цель исследования – проведение комплексного анализа современного состояния, выявление системных ограничений и разработка стратегических направлений развития сектора пищевой биотехнологии в Российской Федерации.

Материалы и методы исследования. Методологическую основу исследования составил системный подход, интегрирующий методы сравнительного, статистического и контент-анализа. В качестве материалов для анализа послужили данные, систематизированные по ключевым группам биопродуктов, включая микробные метаболиты (пробиотики, пребиотики, син- и метабиотики), продукты микробного синтеза (аминокислоты, витамины, жирные кислоты) и продукты переработки растительного и животного сырья. Для оценки технологического ландшафта применялся анализ современных биотехнологических методов, таких как

генная инженерия, в частности технология CRISPR/Cas-9, позволяющая вносить точечные изменения в геном организмов, и клеточная инженерия, лежащая в основе создания, например, культивируемого мяса. Дополнительно были изучены прогнозы объемов рынка, нормативные документы и образовательные программы ведущих российских вузов в области биотехнологии для оценки кадрового и научного потенциала.

Результаты исследования. Современный этап развития пищевой биотехнологии характеризуется смещением фокуса с простого увеличения объемов производства к созданию продуктов, соответствующих индивидуальным потребностям человека, что включает в себя развитие персонализированного питания, создание специализированных продуктов для профилактического и лечебного питания, а также исследование потенциала минорных компонентов для снижения риска хронических заболеваний [2]. Одним из ключевых направлений становится расширения состава и функций микробиома человека и его связи с нутригеномикой, что открывает возможности для создания продуктов с принципиально новыми функциональными свойствами. Параллельно развиваются такие инновационные области, как технологии 3D-печати продуктов питания, разработка биосенсоров для контроля безопасности и создание альтернативных источников белка, включая культивируемое мясо и биоферментированные аналоги [5]. Данные тренды формируют глобальный контекст, в котором функционирует российская биотехнологическая отрасль, определяя как возможности для ее рывка, так и риски дальнейшего отставания.

Несмотря на очевидный научный и прикладной потенциал, отрасль сталкивается с рядом взаимосвязанных проблем. Наблюдается значительная диспропорция между научным потенциалом, представленным образовательными программами ведущих вузов (МГМУ им. И.М. Сеченова, НИУ ВШЭ, УрФУ, ДВФУ), и уровнем промышленного внедрения. Существующая производственная база, представленная в основном средними и малыми предприятиями, зачастую не соответствует высокотехнологичному уровню разрабатываемых продуктов, что создает критический разрыв между исследованиями и их коммерциализацией.

Усугубляет ситуацию несовершенство нормативно-правовой базы. Анализ кодов ТН ВЭД ЕАЭС, присваиваемых биопродуктам, указывает на их разнородность и зачастую сырьевой характер, что затрудняет статистический учет и формирование целенаправленной государственной поддержки. Кроме того, сохраняется проблема гринвошинга (greenwashing), когда производители без должных оснований маркируют свою продукцию как «Био», «Эко» или «Органик», вводя потребителей в заблуждение [1]. Хотя с 2018 года в России действует закон об органической продукции, его реализация сталкивается с трудностями, включая сложность и дороговизну получения сертификатов, а также отсутствие постоянного строгого контроля, что подрывает доверие потребителей и создает недобросовестную конкуренцию на рынке [1].

Развитие рынка биопродуктов сдерживается и существенными экономическими барьерами. Специфика органического и биотехнологического производства приводит к тому, что конечная продукция в среднем на 30–50%, а в некоторых случаях и в несколько раз дороже обычных аналогов [4]. Это серьезно ограничивает круг потребителей, делая биопродукты малодоступными для широких слоев населения. Российский рынок, демонстрировавший быстрый рост с 2008 года и достигший к 2020 году объема в 183 млн. евро, тем не менее, остается крайне малоемким в сравнении с глобальными показателями [1]. В основе этого лежит не только высокая себестоимость, но и сохраняющийся скепсис части потребителей относительно реальной пользы и преимуществ биопродуктов, особенно на фоне случаев недобросовестной маркировки.

Проведенный анализ свидетельствует о значительном незадействованном потенциале российской пищевой биотехнологии. Прогнозируется, что к концу 2025 года объем этого сегмента рынка в России достигнет 325 млрд. рублей, а к 2028 году – превысит 700 млрд. рублей [3]. Для реализации этого потенциала и преодоления идентифицированных системных ограничений необходим комплексный подход.

Перспективными направлениями являются, во-первых, консолидация усилий производителей, научно-исследовательских институтов и вузов в рамках отраслевых кластеров и технопарков. Данный симбиоз позволит сократить разрыв между R&D и коммерциализацией. Во-вторых, требуется совершенствование нормативной базы, включая разработку четкой системы классификации и кодирования биотехнологической продукции в рамках ТН ВЭД ЕАЭС и усиление борьбы с гринвошингом. В-третьих, необходима адресная государственная поддержка, стимулирующая проведение полномасштабных клинических и производственных испытаний биопродуктов, а также инвестиции в создание высокотехнологичных производственных мощностей.

Выводы. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что, несмотря на значительный научный и рыночный потенциал, пищевая биотехнология в России сталкивается с комплексом взаимосвязанных проблем, требующих системного решения. Наличие научных разработок, образовательной базы и формирующегося круга производителей создает фундамент для устойчивого развития. Однако для преодоления идентифицированных системных ограничений необходим комплексный подход. Реализация предложенных мер позволит не только обеспечить продовольственную безопасность и импортозамещение, но и вывести российскую пищевую биотехнологию на качественно новый уровень, соответствующий глобальным вызовам и тенденциям.

Список литературы

1. Дроздова, Т. К. Специфика рынка экопродукции в мире / Т. К. Дроздова, К. С. Луфт, Е. А. Боркова // Продовольственная политика и безопасность. – 2023. – Т. 10, № 1. – С. 149-156. – DOI 10.18334/ppib.10.1.117045.
2. Мезенова О.Я. Современная пищевая биотехнология: основные проблемы и вызовы // Вестник Международной академии холода. - 2023. - № 1. - С. 35-46. DOI: 10.17586/1606-4313-2023-22-1-35-46.
3. Сушко О.П., Есина А.Р. Потенциал биотехнологий в пищевой промышленности России // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. - 2025;(5):75-96. <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2025-5-75-96>.
4. Каковы перспективы биотехнологий в пищевой промышленности // Skolkovo Resident. – URL: <https://skolkovo-resident.ru/kakovy-perspektivy-biotekhnologii-v-pischevoy-promyshlennosti/> (дата обращения: 01.10.2025).
5. Kumar, A., Kaur, R. Recent Trends in Food Biotechnology Contributing in Food Production and Processing / In: Kumar, A., Patruni, K., Singh, V. (eds) // Recent Advances in Food Biotechnology. Springer, Singapore. - 2022. https://doi.org/10.1007/978-981-16-8125-7_1.

ОЦЕНКА КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Фетисова Д.И.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра экономики и менеджмента

Научный руководитель – к.э.н., доцент Власова О.В.

Актуальность. Состояние системы здравоохранения во многом определяет уровень и качество жизни населения. Обеспеченность организаций здравоохранения необходимым числом медицинских кадров является важным условием повышения качества и доступности медицинской помощи, безопасности пациентов и общего благосостояния населения.

Цель исследования – провести анализ кадрового обеспечения системы здравоохранения Курской области.

Материалы и методы исследования. Среди основных методов исследования – анализ рядов динамики, сравнительный, логический анализ. В работе проанализированы данные, представленные на официальном сайте Росстата (rosstat.gov.ru).

Результаты исследования. Кадровое обеспечение здравоохранения – это комплекс мероприятий, направленных на обеспечение медицинских учреждений квалифицированными кадрами в требуемом количественном и качественном составе [2]. Проанализировав данные официальных статистических источников за 2020-2023 гг., выявлено, что в 2020 году, в Курской области медицинскую помощь оказывали 16,9 тысяч работников, из них 4,5 тысячи врачей, 10,1 тыс.чел. медработников среднего звена и 2,3 тыс.чел. – младшего медицинского персонала [3]. К 2023 году численность медицинского персонала в Курской области составила 17 тыс. человек, из которых 5,6 тыс.чел. – врачи, 11,4 тыс.чел. – средний медицинский персонал. Таким образом, можно сделать вывод об увеличении численности врачебных кадров за 2020-2023 гг. (на 24,4%), среднего медицинского персонала (на 13,9%), хотя в целом рост общей численности медицинских кадров отмечается как незначительный (всего 0,6%), что связано переводом должностей младшего медицинского персонала в разряд прочих кадров. Несмотря на то, что число медицинских кадров увеличивается, по-прежнему в регионе сохраняется недоукомплектованность штатов медицинскими кадрами (врачами – 88%, средними медицинскими работниками – 84,6%), что в целом несколько выше, чем в среднем по Российской Федерации [1]. Кроме того, наблюдается диспропорция в оснащённости кадрами медицинских учреждений в муниципальных районах. Например, уровень оснащённости врачами в городе Курске составляет 82,3 на 10 000 человек, а в некоторых районах это значение не достигает и 20 [1].

Выводы. Несмотря на рост численности медицинских кадров в Курской области, дефицит кадров сохраняется. Остродефицитными для региона считаются врач-терапевт участковый, врач-педиатр участковый, а также врачи-анестезиологи-реаниматологи, врачи и фельдшеры скорой медицинской помощи.

Список литературы

1. Клеткин, М. Е. К проблеме кадрового обеспечения учреждений здравоохранения Курской области / М. Е. Клеткин, Е. И. Боев, Н. А. Машкина // Интегративные тенденции в медицине и образовании. – 2023. – Т. 1. – С. 155-160 // URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=urxmdw&ysclid=m7kz4krp2645122285> (Дата обращения: 25.02.25).
2. Лапочкина С.В., Каримов И.Р., Качагин А.А. Особенности кадрового обеспечения сферы здравоохранения // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2021. – № 11-1. – С. 40-44// URL: <https://vael.ru/article/view?id=1893> (дата обращения: 23.02.2025).
3. Федеральная служба государственной статистики // <https://rosstat.gov.ru/> (Дата обращения: 25.02.25)

ПРОБЛЕМЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В БИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РФ

Хабаров В.А.

Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия

Актуальность. Проблема зависимости российской биотехнологической промышленности от импорта является актуальной и требует внимания со стороны государства. Несмотря на рост интереса к развитию биотехнологий в России, отечественные производители все еще основываются на импорте технологий, оборудования и сырья.

Одной из причин такой зависимости является отсутствие достаточного уровня развития отечественных технологий и производственных мощностей. Россия имеет некоторые достижения в области биотехнологий, но они ограничены в масштабе и объеме производства. Большинство инновационных разработок и технологий все еще приходят из-за рубежа.

Развитие отечественной биотехнологической промышленности является стратегическим вопросом для развития экономики России. Осознание актуальности проблемы и принятие соответствующих мер поможет укрепить позиции отечественной биотехнологической

отрасли, обеспечить ее устойчивое развитие и повысить конкурентоспособность на международном рынке.

Цель исследования. Определить общие тенденции развития биотехнологической отрасли РФ, а также пути минимизирования импортозависимости биотехнологической промышленности.

Материалы и методы исследования. Поиск информации проводился с использованием информационной базы данных статей Google scholar и зарубежных журналов.

Результаты исследования. По данным «Аналитика рынка биотехнологий и биофармацевтики в России» [1], подготовленного BusinesStat в 2025 году, в 2024 году его оборот в стране увеличился на 9% до 311 млрд руб. Рост связан с активным с содействием государства, так как данная отрасль является важным направлением инновационного развития экономики РФ, наряду с IT и нанотехнологиями. Источником поддержки для биофармацевтики являются различные государственные программы (ГП), а также федеральные целевые программы (ФЦП). По таким программам координаторами могут быть министерства и профильные ведомства.

Например, на развитие биотехнологического сектора влияет «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 года» [2]. С помощью данной стратегии в правительстве РФ хотят добиться независимости и конкурентоспособности страны посредством более рационального и эффективного использования интеллектуального ресурса нации.

Для стимулирования биотехнологической отрасли также была сформирована стратегическая программа исследований технологической платформы «БиоТех 2030» [3]. Стоит отметить, что это вовсе не статичный документ, так как любой желающий участник платформы вправе присылать свои комментарии и дополнения. Данная программа соответствует «Комплексной программе развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года».

На российском рынке преобладают импортные биотехнологические препараты. [4]. При этом в последние годы российские компании стали активно инвестировать в разработку аналогов зарубежных лекарственных средств, в том числе при финансовой поддержке государства. Бенефициарами, в частности, стали АО «Р-Фарм», МБЦ «Генериум», АО «Биокад» и другие.

Что касается инновационных биофармацевтических препаратов, то российские компании менее охотно вкладывают средства в НИОКР по сравнению с иностранными. Высокие риски, длительные сроки окупаемости, отсутствие гарантированного сбыта и непрозрачные схемы государственных закупок, неразвитость исследовательской инфраструктуры – основные препятствия на пути появления отечественной инновационной продукции [5]. Тем не менее, положительные тенденции в развитии направления производства оригинальных препаратов всё же присутствует. Например, во время пандемии коронавируса российские учёные одни из первых запатентовали вакцину от вируса «Спутник V» [6].

Выводы. В результате проведённого анализа можно сделать вывод, что в России уже намечены тренды блажащего развития биотехнологий. В скором времени можно ожидать постепенное увеличение спроса на биотехнологическую продукцию, что привлечёт потенциальных инвесторов. Позитивные изменения в законодательстве и поддержка со стороны государства также будет двигать развитие биотехнологической отрасли. Важным фактором достижения успеха является интеграция современных методов эпидемиологической диагностики и мониторинга социально значимых заболеваний, обеспечивающая возможность объективной оценки вклада биотехнологий в сохранение и укрепление здоровья населения [7,8].

Список литературы

- | | | | | |
|---|----------------------|---|-------|-----------|
| 1. BusinesStat | [электронный ресурс] | / | Режим | доступа: |
| https://s.rbk.ru/v5_marketing_media/demo/8/37/557464670833378.pdf/ | | | (дата | обращения |
| 30.09.2025) | | | | |

2. Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145 "О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации"
3. Стратегическая программа исследований Технологической платформы «БиоТех 2030»
4. Халимова А.А., Орлов А.С., Таубэ А.А. Анализ локализации производства биотехнологических лекарственных препаратов в России с учетом происхождения активных фармацевтических субстанций //Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. – 2024. – Т. 14. – №. 1. – С. 53-61. DOI:10.30895/1991-2919-2024-14-1-53-61
5. Каронский Е.В., Амирханов А.А. Институциональные ограничения импортозамещения в фармацевтической отрасли России //Финансовые рынки и банки. – 2023. – №. 8. – С. 65-71.
6. Logunov D. Y. et al. Safety and immunogenicity of an rAd26 and rAd5 vector-based heterologous prime-boost COVID-19 vaccine in two formulations: two open, non-randomised phase 1/2 studies from Russia //The Lancet. – 2020. – Т. 396. – №. 10255. – С. 887-897. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)32721-5.
7. Эпидемиология социально значимых заболеваний / А.А. Кузин, В.Н. Емельянов, В.Н. Болехан [и др.]. – Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, 2025. – 93 с. – EDN HKRGXJ.
8. Основы общей эпидемиологии. Эпидемиологическая диагностика: Учебное пособие / В.Н. Емельянов, А.А. Кузин, В.А. Вирко [и др.]. – Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, 2025. – 94 с.

XI. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФАРМАКОЛОГИИ И МЕДИЦИНЫ

ИММУННАЯ ДИСФУНКЦИЯ У ДЕТЕЙ С АТОПИЧЕСКИМ ДЕРМАТИТОМ И МЕТОДЫ ЕЁ КОРРЕКЦИИ

Тутова В.А.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра дерматовенерологии

Научный руководитель – д.м.н., профессор Силина Л.В.

Актуальность. Атопический дерматит (АД) является одним из самых распространенных хронических заболеваний детского возраста, затрагивая до 20-30% детей в развитых странах. АД часто является первым проявлением так называемого "атопического марша", который может прогрессировать до пищевой аллергии и бронхиальной астмы. АД оказывает значительное влияние на физическое и психосоциальное развитие детей (задержка роста, частые инфекции, нарушения сна, социальная изоляция). Его распространенность продолжает расти. Глубокое понимание нарушений гомеостаза открывает новые возможности для разработки инновационных и более целенаправленных методов лечения, включая биологическую терапию, модуляторы барьерной функции и микробиоты кожи.

Цель исследования – комплексное изучение характера и механизмов нарушений систем гомеостаза у детей с атопическим дерматитом. В будущем это будет полезным для разработки и научного обоснования оптимизированных методов коррекции нарушений гомеостаза, что окажет влияние на повышение эффективности терапии и улучшение качества жизни пациентов.

Материалы и методы исследования. Для исследования использовались статьи из отечественных и зарубежных журналов. Были применены методы систематического поиска, анализа и синтеза существующих источников.

Результаты исследования.

Патология АД сопровождается дисбалансом иммунитета, вовлекающим клетки Th1, Th2 и Т-супрессоры, что приводит к изменениям в иммунных реакциях, опосредованных Th1 и Th2, и к гиперчувствительности, обусловленной повышенным синтезом IgE [1]. Уровни экспрессии цитокинов Th2: ИЛ-4 и ИЛ-13 повышены в очагах АД. ИЛ-4 и ИЛ-13 заслуживают особого внимания, поскольку влияют сразу на несколько звеньев патогенеза АД. Оба цитокина взаимодействуют с α -цепью рецептора ИЛ-4. Именно данная молекула является мишенью для дупилумаба - первого генно-инженерного биологически активного препарата, показавшего высокую эффективность в лечении АД у детей 6–18 лет. Эффективность дупилумаба в лечении АД подтверждает ключевую роль цитокинов Th2 в патологии АД [2]. Однако имеются данные о наличии у препарата как неспецифических (болезненность в месте инъекции, аллергическая реакция), так и специфических (конъюнктивиты, вторичные герпетические инфекции, эозинофилия) побочных реакций, что следует учитывать при назначении иммунобиологической терапии АД [1, 3-5].

Врожденные лимфоидные клетки (ВЛК) происходят от лимфоидных предшественников, но, в отличие от адаптивных лимфоцитов, не имеют антигенспецифических рецепторов. Они играют ключевую роль во врожденном иммунитете, регуляции воспаления и метаболизма. ВЛК делятся на группы (например, NK-клетки, ILC1, ILC2, ILC3), классифицируемые по транскрипционным профилям и продуцируемым цитокинам. Особое внимание уделяется ILC2, участвующим в иммунитете 2 типа. ILC2 реагируют на Th2-стимулы (при гельминтных и вирусных инфекциях) и продуцируют цитокины (ИЛ-4, ИЛ-5, ИЛ-9, ИЛ-13), способствуя развитию аллергического воспаления [5, 6]. Они широко распространены в различных тканях (кожа, легкие, кишечник), где регулируют Th2-иммунные реакции, гомеостаз и восстановление [7]. Дисрегуляция или хроническая активация ILC, в частности увеличенная по-

пуляция ILC2 в пораженной коже, усугубляет аллергические воспалительные заболевания, включая атопический дерматит.

Коррекция иммунных нарушений осуществляется противовоспалительной терапией. Основная цель – купировать острое воспаление и поддерживать ремиссию. Наиболее популярными являются следующие методы:

-Топические глюкокортикостероиды (ТГКС): применяются короткими курсами для быстрого купирования обострений. Подбираются по возрасту и тяжести, используются под строгим контролем врача.

-Топические ингибиторы кальциневрина (ТИК): Альтернатива ТГКС, могут использоваться для длительного поддерживающего лечения, особенно на чувствительных участках кожи (лицо, шея, складки).

-Системная терапия: при тяжелых, резистентных формах АД могут назначаться системные иммуносупрессанты (например, циклоспорин) или современные биологические препараты (моноклональные антитела), которые блокируют ключевые звенья воспаления.

-Антигистаминные препараты: основная цель – уменьшение зуда (особенно седативные препараты на ночь для улучшения сна).

-Специфическая иммунотерапия (АСИТ): необходима для развития толерантности к специфическим аллергенам. Применяется у детей старшего возраста (обычно с 5 лет) при доказанной причинно-значимой аэроаллергии (например, к пыльце, клещам домашней пыли) и при наличии других аллергических заболеваний (аллергический ринит, астма) [6-8].

Выводы. Атопический дерматит (АД) характеризуется иммунным дисбалансом со смещением в сторону Th2-ответа. Цитокины IL-4 и IL-13 играют ключевую роль, стимулируя IgE, эозинофилию и непосредственно нарушая кожный барьер. Врожденные лимфоидные клетки 2 типа (ILC2), активируемые эпителиальными стимулами, усиливают Th2-воспаление, способствуя хронизации заболевания. Увеличение ILC2 в пораженной коже коррелирует с тяжестью АД и нарушением барьерной функции.

Эффективность дупилумаба, блокирующего IL-4/IL-13, подтверждает центральную роль Th2-звена в патогенезе, хотя биологическая терапия требует учета возможных побочных эффектов. Современный подход к коррекции АД многоуровневый: он включает топическую терапию, системные иммуносупрессоры/биологические препараты для тяжелых случаев, антигистаминные для симптоматического облегчения и АСИТ при подтвержденной аллергической сенсибилизации. Таким образом, понимание иммунных механизмов АД позволяет перейти к патогенетически обоснованной, персонализированной терапии, направленной на восстановление иммунного гомеостаза и барьерной функции кожи.

Список литературы

1. Ларькова И. А., Глухова Е. А., Ревякина В. А. Эффективность и безопасность иммунобиологической терапии атопического дерматита у детей // Российский педиатрический журнал. 2022. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-i-bezopasnost-immunobiologicheskoy-terapii-atopicheskogo-dermatita-u-detej> (дата обращения: 13.10.2025).
2. Мачарадзе Д. Ш. Роль IL-4 и IL-13 в патогенезе атопического дерматита: пути ингибирования // Медицинская иммунология. 2025. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-il-4-i-il-13-v-patogeneze-atopicheskogo-dermatita-puti-ingibirovaniya> (дата обращения: 13.10.2025).
3. Sheikh A., Giti H., Heibor M. R., Jafarzadeh A., Shakerian M., Baharifar N., Niruzad F., Moghaddam A. S., Kokhaei P., Baghaeifar M. Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus modulates the secretion of Th1/Th2 and Treg cell-related cytokines by PBMCs from patients with atopic dermatitis // Drug Res. 2017. Vol. 67. P. 724–729.
4. Roesner L. M., Werfel T., Heratizadeh A. The adaptive immune system in atopic dermatitis and implications on therapy // Expert Rev. Clin. Immunol. 2016. Vol. 12. P. 787–796.
5. Moosbrugger-Martinz V., Tripp C. H., Clausen B. E., Schmutz M., Dubrac S. Atopic dermatitis induces the expansion of thymus-derived regulatory T cells exhibiting a Th2-like phenotype in mice // J. Cell. Mol. Med. 2016. Vol. 20. P. 930–938.

6. Brunner P. M., Guttman-Yassky E., Leung D. Y. The immunology of atopic dermatitis and its reversibility with broad-spectrum and targeted therapies // J. Allergy Clin. Immunol. 2017. Vol. 139. P. S65–S76.

7. Yang G., Oh J. W., Lee H. E., Lee B. H., Lim K. M., Lee J. Y. Topical Application of Dieckol Ameliorates Atopic Dermatitis in NC/Nga Mice by Suppressing Thymic Stromal Lymphopoietin Production // J. Invest. Dermatol. 2016. Vol. 136. P. 1062–1066.

8. Lee H. E., Yang G., Kim K. B., Lee B. M., Lee J. Y. Phloxine O, a Cosmetic Colorant, Suppresses the Expression of Thymic Stromal Lymphopoietin and Acute Dermatitis Symptoms in Mice // Biomol. Ther. 2018. Vol. 26. P. 481–486.

ВЛИЯНИЕ ЛИПИДНОГО ОКРУЖЕНИЯ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА УГЛЕВОДОВ

Кузьмин В.Н.

Национальный исследовательский университет ИТМО
Центр химической инженерии

Актуальность. Изучение взаимосвязей между основными классами биомолекул – липидами и углеводами [1] – приобретает всё большее значение в контексте понимания клеточного метаболизма, разработки функциональных пищевых продуктов и терапевтических стратегий при метаболических нарушениях. Хотя липиды и углеводы традиционно рассматриваются как отдельные энергетические субстраты, их взаимодействие в биологических системах оказывает существенное влияние на усвоение, транспорт, депонирование и сигнальные функции углеводов. Особенно актуальным становится вопрос о том, как состав и физико-химические свойства липидного окружения (в том числе мембранных структур и липидных капель) [2] модулируют активность ферментов, участвующих в углеводном обмене, а также стабильность и биодоступность углеводов в пищевых и фармацевтических системах.

Целью данной работы являлось выявление характера влияния различных классов липидов на физико-химические и метаболические свойства углеводов.

Материалы и методы исследования. В исследовании использовались модельные системы, содержащие глюкозу, сахарозу, крахмал и целлюлозу в комбинации с липидами различного состава: триолеин, трилинолеин, трипальмитин и фосфатидилхолин. Активность α -амилазы и α -глюкозидазы оценивалась спектрофотометрически по высвобождению восстанавливающих сахаров. Стабильность углеводов в присутствии липидов анализировалась методом ВЭЖХ. Для оценки взаимодействия на молекулярном уровне применялись методы молекулярного моделирования и динамического светорассеяния. Все эксперименты проводились в условиях, имитирующих физиологическую среду (pH 6.8–7.4, 37 °C).

Результаты исследования. Установлено, что присутствие липидов оказывает дифференцированное влияние на углеводный метаболизм. Наиболее выраженное ингибирующее действие на активность α -амилазы проявляли насыщенные триглицериды (снижение активности на 28–35%), в то время как фосфолипиды, напротив, способствовали умеренному повышению ферментативной активности (на 12–15%). Полиненасыщенные липиды демонстрировали нейтральный или слабоингибирующий эффект. Кроме того, в системах с фосфолипидами наблюдалась повышенная стабильность глюкозы и сахарозы при хранении, что связывают с формированием липосомоподобных структур, защищающих углеводы от деградации. Молекулярное моделирование показало, что липиды могут изменять конформацию активного центра ферментов за счёт модуляции локальной диэлектрической проницаемости среды и прямого взаимодействия с гидрофобными участками белка.

Выводы. Проведённое исследование подтвердило, что липиды не являются пассивным компонентом биологических и пищевых систем, а активно модулируют метаболизм и функциональные свойства углеводов. Характер влияния зависит от химической структуры липидов: насыщенные жиры склонны замедлять ферментативный гидролиз углеводов, тогда как фосфолипиды могут улучшать как стабильность, так и биодоступность сахаров.

Список литературы

1. Ma J. et al. EFFECT OF LIPIDS ON STARCH DETERMINATION THROUGH VARIOUS METHODS //Pakistan Journal of Agricultural Sciences. – 2014. – Т. 51. – №. 3.
2. Кузьмин, В.Н. Общий подход к определению нейтральных липидов в водорослях /В.Н. Кузьмин, Л.В.Атреева // Биотехнология и биомедицинская инженерия: сборник научных трудов по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2024. С. 114-116.

АНАЛИЗ ПОБОЧНЫХ ЭФФЕКТОВ ФАРМАКОТЕРАПИИ САХАРНОГО ДИАБЕТА И ИХ КОРРЕКЦИЯ

Рагулина Д.О., Лазарева И.А.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра фармакологии

Научный руководитель – к.м.н., доцент Лазарева И.А.

Актуальность. В мире и в нашей стране сахарный диабет является широко распространенным заболеванием, что делает его важной задачей здравоохранения. Лечение этого заболевания включает использование медикаментов, которые помогают контролировать уровень глюкозы в крови и предотвращать осложнения. Однако многие лекарства могут вызывать побочные реакции, такие как гипогликемия, нарушения работы почек, аллергические проявления и другие. Это требует постоянного наблюдения и своевременного вмешательства. Недостаточное внимание к профилактике и побочным эффектам могут привести к ухудшению состояния пациентов, увеличению числа госпитализаций и снижению эффективности лечения. Поэтому важно разрабатывать методы раннего выявления, профилактики и коррекции побочных реакций при фармакотерапии сахарного диабета, чтобы повысить безопасность лечения и улучшить качество жизни больных [1].

Цель исследования – изучение побочных реакций, возникающих при лечении сахарного диабета медикаментами, а также разработка методов их своевременного выявления, профилактики и устранения для повышения безопасности терапии и улучшения состояния пациентов.

Материалы и методы исследования. Истории болезни, результаты анализов, информация о применяемых препаратах, а также сведения о побочных эффектах и способах их устранения.

Результаты исследования. В результате проведенного исследования установлено, что наиболее распространенным побочным эффектом фармакотерапии сахарного диабета является гипогликемия, наблюдавшаяся у 28% пациентов. Желудочно-кишечные расстройства зафиксированы у 15% участников, причем чаще всего это была диарея, связанная с приемом метформина. Кожные реакции, преимущественно связанные с применением инсулина, были отмечены у 7% пациентов. Серьезные побочные эффекты, такие как лактоацидоз и ангионевротический отек, встречались относительно редко, с частотой 0.5% и 0.2% соответственно [1]. Статистический анализ выявил значимую связь между использованием метформина и развитием диарей. Инсулинотерапия, особенно в сочетании с другими препаратами, снижающими уровень сахара в крови, была ассоциирована с повышенным риском гипогликемии. Также было установлено, что применение ингибиторов SGLT2 может приводить к увеличению грибковых инфекций мочеполовой системы. Важной частью исследования стала оценка эффективности профилактических мер. Обучение пациентов основам самоконтроля уровня глюкозы в крови и правильной технике инъекций инсулина позволило существенно снизить частоту гипогликемии [2]. Разведение дозы метформина с постепенным увеличением и одновременным приемом пищи также способствовало уменьшению частоты желудочно-кишечных расстройств. При гипогликемии, применение глюкозы перорально или внутривенно оказывалось эффективным в подавляющем большинстве случаев. При диарее, вызванной метформином, временная отмена препарата в сочетании с приемом пробиотиков приво-

дила к уменьшению выраженности симптомов. При развитии кожных реакций на инсулин, смена места инъекции и использование альтернативных видов инсулина способствовали уменьшению выраженности симптомов. Анализ влияния возраста и стажа заболевания на частоту побочных эффектов показал, что у пациентов старше 70 лет наблюдается более высокая частота побочных эффектов, особенно гипогликемии и нарушений функции почек. У пациентов с длительным стажем диабета чаще встречались сердечно-сосудистые осложнения, которые могли усугубляться некоторыми сахароснижающими препаратами [3]. Оценка соблюдения рекомендаций врача пациентами выявила, что низкая приверженность связана с повышенным риском развития гипо- и гипергликемии, а также с более частыми обращениями за экстренной медицинской помощью. Регулярный контроль функции почек у пациентов, принимающих метформин, позволил своевременно выявлять нарушения и предотвратить развитие лактоацидоза.

Выводы. Исследование показало, что медикаментозное лечение диабета может вызывать побочные эффекты, чаще всего – гипогликемию. Выбор препарата влияет на тип побочных эффектов, требуя индивидуального подхода. Обучение пациентов и правильное дозирование лекарств снижают риск их возникновения. Коррекция побочных эффектов повышает переносимость лечения и приверженность. Особое внимание нужно уделять пожилым и пациентам с длительным диабетом. Мониторинг состояния, особенно почек, предотвращает серьезные осложнения. Важна приверженность пациентов к лечению. Необходим комплексный подход, включая обучение, мониторинг и коррекцию.

Список литературы

1. Дедов И.И., Шестакова М.В., Майоров А.Ю. и др. Сахарный диабет: диагностика, лечение, профилактика. — М.: Медицинское информационное агентство, 2018.
2. Петрова М.М., Федорова Е.Ю., Бардымова Т.П. Роль обучения пациентов с сахарным диабетом в профилактике осложнений // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2011. – Т. 103, № 8. – С. 144-147.
3. Токмакова А.Ю., Кострова О.Ю., Дроздова Е.А. Побочные эффекты инсулинотерапии: пути решения // Эффективная фармакотерапия. Эндокринология. – 2012. – № 4. – С. 22-28.

ОСНОВНЫЕ И ПОБОЧНЫЕ ЭФФЕКТЫ БЕНЗОДИАЗЕПИНОВ

Аниськова В.И.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра фармакологии

Научный руководитель – к.фарм.н, доцент Удалова С.Н.

Актуальность. Бензодиазепины относятся к классу психоактивных веществ, широко используются в психиатрии для купирования симптомов и лечения тревожных расстройств, панических атак. Также применяются в лечении судорог и эпилептических припадков. Прием бензодиазепинов должен быть строго обоснован. Для избежания нанесения ущерба здоровью пациента необходимо знать все аспекты действия этих препаратов на его состояние.

Цель исследования – рассмотреть основные и побочные эффекты бензодиазепинов.

Результаты исследования. Бензодиазепины обладают противосудорожным, транквилизирующим, успокаивающим, седативным, снотворным действием, вызывают релаксацию мышц. У разных соединений преобладают различные характеристики. Механизм действия бензодиазепинов основан на их связывании со специфическими рецепторами, расположенными в лимбической системе, которое стимулируется гамма-аминомасляной кислотой и циклическим нуклеотидом [4]. Их широкое применение также обусловлено тем, что бензодиазепины и их производные не оказывают повреждающего действия на слизистую оболочку желудка, что является составляющей безопасного действия препаратов данной группы на организм [1].

Бензодиазепины показаны к применению при панических состояниях, наиболее широко применяемым и эффективным в данном случае будет являться алпразолам, но также

одобрен клоназепам. При эпилептическом статусе, мышечном напряжении чаще применяют диазепам [5].

В результате злоупотребления, бензодиазепинами может развиваться привыкание и зависимость, что соответственно приводит к постепенному повышению доз, которые могут во много раз превышать дозы, назначенные в целях лечения. Это может привести к появлению синдрома отмены, который включает в себя повышенную активность, бред, беспокойство, судороги, галлюцинации, и проявляется в течении нескольких дней после прекращения приема. Также стоит отметить, что бензодиазепины не следует принимать в сочетании с другими психоактивными веществами, например, с алкоголем, так как это усиливает токсическое действие на организм. После приема больших доз и внутривенного введения может возникнуть антероградная амнезия [4].

На фоне приема бензодиазепинов может возникать раздражительность, чрезмерное волнение, агрессивность. При отмене препаратов возможны бессонница и симптомы депрессии. Бензодиазепины также могут вызывать тератогенные эффекты, проникая через плаценту. Они проникают и в молоко, поэтому кормящим матерям противопоказаны. У пожилых пациентов могут усиливаться когнитивные нарушения, повышается риск развития болезни Альцгеймера и онкологических заболеваний [3].

Одной из основных проблем препаратов группы бензодиазепинов является развитие толерантности, которая чаще наблюдается у лиц с тревожными расстройствами и бессонницей, в результате длительного приема, что также приводит к повышению доз препарата [2].

Выводы. Препараты группы бензодиазепинов являются неотъемлемой частью фармакотерапии в лечении многих заболеваний, так как обладают эффектами, которые помогают купировать симптомы и улучшить состояние пациента. Но их применение должно проводиться строго под наблюдением лечащего врача в указанных им дозах, так как данные препараты обладают рядом побочных эффектов, проявление которых во многом зависит от правильности применения препарата.

Список литературы

- Алифорова, А. Е. Изучение ультракороткого действия производного 1,4-бензодиазепин-2-она / А. Е. Алифорова, В. В. Быков, А. В. Быкова [и др.] // Клиническая и экспериментальная ветеринарная медицина и фармакология (КВТиП). – 2023. – № S6. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-ultraserennogo-deystviya-proizvodnogo-1-4-benzodiazepin-2-ona>.
- Бобров, А. Е. Бензодиазепиновая проблема: о чем свидетельствует опыт применения тофизопам (Грандаксина) / А. Е. Бобров, Е. Г. Старостина, Е. Н. Мошняга // Современная терапия психических расстройств (СТПН). – 2012. – № 4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/Benzodiazepinovaya-problema-o-chem-svidetelstvuet-opyt-priimeneniya-tofizopama-grandaksina>.
- Быков, Ю. В. Мелатонин и бензодиазепины в лечении инсомнии: за и против (обзор литературы) / Ю. В. Быков, А. Н. Ханнанова, Р. А. Беккер // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2016. – № 7 (79). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/melatonin-i-benzodiazepiny-v-lechenii-insomnii-za-i-protiv-obzor-literatury>.
- Международный комитет по контролю над наркотиками (МККН). Рекомендуемые методы проверки и анализа синтетических катионов в секретируемых образцах и образцах экстракции с места [: доклад УНП ООН]
- Шатцберг, А. Ф. Руководство по клинической психофармакологии / А. Ф. Шатцберг, Ч. Б. Немерофф ; пер. с англ. – 3-е изд. – М. : МЕДпресс-информ, 2019. – 432 с.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ СПОРТСМЕНА ПОСЛЕ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАВМЫ

Бабкин А.А., Тишин Я.Н.

Юго-Западный государственный университет, Курск

Кафедра биомедицинской инженерии

Научный руководитель – к.т.н., доцент Родионова С.Н.

Актуальность. Изучение качества жизни спортсменов после травм обусловлена ростом числа спортивных соревнований высокого уровня и увеличением интенсивности тренировок. Профессиональные спортсмены подвергаются повышенному риску которые часто ведут к значительным изменениям в образе жизни и состоянии здоровья. Качественное исследование влияния травм на функционирование и жизнедеятельность спортсменов представляет особую ценность для совершенствования подходов к профилактике, лечению и реабилитации [1].

Особенно остро проблема проявляется в случаях, когда речь идет о завершении спортивной карьеры раньше времени, как было с известным тяжелоатлетом Ю.П. Власовым. В течение долгих лет тренировок и соревнований Власов регулярно сталкивался с сильными болями в спине и суставах, что серьезно отражалось на его жизни и потребовало раннего завершения карьеры [2]. Подобные случаи демонстрируют потребность в разработке эффективных инструментов оценки и коррекции последствий травм.

Цель исследования. Целью исследования является изучение динамики качества жизни спортсменов после получения травм различной степени тяжести и выявление основных факторов, определяющих исход реабилитационного процесса. Основной задачей является разработка рекомендаций, направленных на повышение эффективности реабилитации и улучшение качества жизни спортсменов, перенесших травмы [3].

Материалы и методы исследования. В исследовании приняли участие 150 профессиональных спортсменов различного профиля, имевших историю травмирования различной степени тяжести. Средний возраст участников составлял 32 ± 6 лет. Применялись стандартизированные опросники, такие как:

SF-36 Health Survey: для оценки общих аспектов здоровья,

Sport Injury Rehabilitation Outcome Scale: для анализа хода реабилитации и ее результатов,

WHOQOL-BREF: для выявления ключевых компонентов качества жизни [4].

Сбор данных осуществлялся посредством личного опроса и медицинского обследования. Участники проходили обследование дважды: непосредственно после травмы и спустя 6 месяцев реабилитации.

Результаты исследования. Анализ собранных данных выявил следующую динамику среднего уровня качества жизни после травм (таблица 1):

Таблица 1 – Уровень качества жизни после травм

Степень тяжести травмы	Физическое здоровье	Психологическое состояние	Социальная активность
Легкая	-8%	-5%	-3%
Средняя	-15%	-10%	-7%
Тяжелая	-30%	-20%	-15%

Наиболее сильное влияние на качество жизни оказывали такие факторы как: длительность реабилитационного периода, наличие хронических заболеваний, недостаток социальной поддержки [5].

Особое значение имело изменение образа жизни после травмы. Спортсмены отмечали существенное снижение мотивации и уверенности в своих силах, что отрицательно сказывалось на результатах восстановления [6].

Также выявлено, что продолжительность реабилитации коррелирует с общим уровнем стресса и недовольства жизнью. Чем дольше длится реабилитация, тем хуже итоговые показатели физического и психологического здоровья [7].

Таким образом, ключевыми выводами проведенного исследования являются:

- Высокий риск нарушений качества жизни после получения травмы, особенно если речь идет о серьезных нарушениях опорно-двигательного аппарата.
- Важность индивидуальной разработки реабилитационной программы с учетом особенностей конкретного случая.
- Необходимость оказания специализированной психологической поддержки для предотвращения депрессивных состояний и синдрома демотивации.

Вывод. Изучение воздействия спортивных травм на качество жизни имеет большое научное и прикладное значение. Оно позволяет выделить группы риска и разработать профилактические меры, направленные на предотвращение преждевременного завершения карьеры и сохранение активного образа жизни. Выявленные закономерности предоставляют основания для оптимизации процессов диагностики, лечения и реабилитации спортсменов, обеспечивая высокий уровень жизни даже после тяжелых травм [8].

Список литературы

1. Давыдова, А.В. Анализ факторов, влияющих на качество жизни спортсменов после травм / А.В. Давыдова // Вестник спортивной науки. — 2021. — № 1. — С. 21—28.
2. Чернышёва, И.Л. Влияние спортивных травм на карьеру и дальнейшую жизнь знаменитых спортсменов / И.Л. Чернышёва // Международный научно-исследовательский журнал. — 2022. — № 4. — С. 35—42.
3. Васильев, Н.Е. Современная концепция реабилитации спортсменов после травм / Н.Е. Васильев // Российский спортивный журнал. — 2023. — № 2. — С. 14—21.
4. Корнеева, Т.Ю. Применение методик оценки качества жизни в спортивной медицине / Т.Ю. Корнеева // Медицина труда и промышленная экология. — 2020. — № 3. — С. 45—51.
5. Сорокин, Д.К. Медико-психологическая характеристика последствий спортивных травм / Д.К. Сорокин // Врач. — 2021. — № 5. — С. 34—40.
6. Егоров, А.А. Психосоциальные аспекты адаптации спортсменов после травм / А.А. Егоров // Психология спорта. — 2022. — № 2. — С. 18—25.
7. Белов, С.И. Взаимосвязь сроков реабилитации и качества жизни спортсменов / С.И. Белов // Спортивная медицина. — 2023. — № 1. — С. 22—29.
8. Козлов, А.А. Оптимизация процессов реабилитации спортсменов после травм / А.А. Козлов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. — 2024. — № 3. — С. 16—23.

АНАЛИЗ ФАРМАКОТЕРАПИИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ У БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН

Бобунова Е.С.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра фармакологии

Научный руководитель – к.м.н., доцент Лазарева И.А.

Актуальность. Гипертензивные нарушения при беременности представляют одну из серьёзнейших проблем здравоохранения, так как нередко является причиной материнской и перинатальной смертности и заболеваемости (более 50 тыс. смертей в год). Отмечается рост заболеваемости в последние 10–15 лет. В развитых странах артериальная гипертензия (АГ) осложняет до 10% беременностей, в 70% случаев она развивается во время гестации [2].

Цель исследования. Проанализировать современные подходы к фармакотерапии артериальной гипертензии у беременных.

Материалы и методы исследования. Методы исследования. Контент-анализ, статистический, логический, социологический. Материалы исследования. Истории болезней беременных женщин с диагнозом артериальная гипертензия

Результат исследования. Подбор лекарственных средств для коррекции АГ в период гестации требует особого подхода, поскольку ключевой задачей является обеспечение безопасности не только матери, но и развивающегося плода. Тактика лечения определяется типом гипертензивного расстройства (хроническая, гестационная гипертензия или преэклампсия), уровнем повышения артериального давления и гестационным сроком. Согласно современным стандартам лечения, арсенал допустимых лекарственных средств (ЛС) включает несколько фармакологических групп. Ведущее место среди ЛС занимает метилдопа – препарат центрального механизма действия, который обладает наиболее обширной доказательной базой относительно отсутствия неблагоприятного влияния на ребенка. Важной группой являются бета-адреноблокаторы, такие как метопролол и бисопролол. Их гипотензивный эффект реализуется через снижение сердечного выброса и урежение пульса [1]. Преимущество отдается селективным бета-блокаторам, поскольку они минимизируют воздействие на сосудистую сеть и миокард. Также находят применение блокаторы кальциевых каналов, в частности, нифедипин с пролонгированным высвобождением. Этот препарат не только контролирует уровень АД, но и благоприятно воздействует на периферическое кровообращение. В ситуациях с тяжелым или трудно контролируемым течением заболевания оправдано назначение комбинированного лечения, что позволяет достичь целевых показателей давления (130–150/80–95 мм рт. ст.) и снизить вероятность развития дозозависимых нежелательных явлений.

Существует ряд антигипертензивных средств, применение которых при беременности недопустимо из-за выраженного эмбриотоксического и тератогенного потенциала. К строго запрещенным фармакологическим классам относятся ингибиторы АПФ (эналаприл, каптоприл), антагонисты рецепторов ангиотензина II (лозартан, валсартан) и прямые ингибиторы ренина (алискирен). Их прием сопряжен с высоким риском формирования врожденных аномалий у плода, дисфункции почек, развития олигогидрамниона и внутриутробной гибели. Диуретические средства относятся к терапии резерва и могут быть рассмотрены лишь в исключительных случаях, например, при декомпенсированной сердечной недостаточности у матери, поскольку они способны вызывать уменьшение объема циркулирующей плазмы и отрицательно влиять на плацентарную перфузию [3].

Вывод. Проведенный анализ позволил систематизировать сведения о фармакологических группах, применяемых для лечения АГ у беременных. Установлено, что терапевтическая стратегия основывается на использовании узкого круга препаратов с установленным профилем эффективности и безопасности, таких как метилдопа, отдельные кардиоселективные бета-блокаторы и антагонисты кальция. В противоположность этому, ингибиторы АПФ, сартаны и прямые ингибиторы ренина абсолютно противопоказаны ввиду доказанного тератогенного действия. Ключевым принципом ведения данной категории пациенток является персонализированный подход, учитывающий клиническую форму АГ, ее тяжесть, срок беременности и функциональное состояние фетоплацентарной системы, что в конечном итоге направлено на снижение рисков для матери и плода и оптимизацию перинатальных результатов.

Список литературы

1. Гайсёнок О.В. Лечение артериальной гипертензии у беременных: клинические рекомендации и примеры / О. В. Гайсёнок, О. А. Замятин, Н. Ю. Денисова, А. С. Леонов // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. — 2014. — Т. 10, № 4. — С. 411–415.
2. Киселева Н. И. Артериальная гипертензия беременных: классификация, клиника, диагностика, акушерская тактика, лечение, профилактика и реабилитация (часть II) / Н. И. Киселева, И. М. Арестова, Н. П. Жукова, Е. А. Колбасова // Охрана материнства и детства. — 2016. — № 2 (28). — С. 28–34.
3. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Гипертензивные расстройства во время беременности, в родах и послеродовом периоде. Преэклампсия. Эклампсия: клинические рекомендации : письмо от 23 сентября 2013 г. N 15-4/10/2-7138. — 42 с.

CAR-NK-КЛЕТКИ В ТЕРАПИИ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ: ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРЕОДОЛЕНИЯ ОГРАНИЧЕНИЙ CAR-T-ТЕРАПИИ

Бобылев А.В., Лазарева И.А.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра фармакологии

Актуальность: Несмотря на прорыв в лечении гематологических малигнизаций, CAR-T-терапия сталкивается с системными ограничениями: токсичностью (цитокиновый шторм – CRS, нейротоксичность – ICANS), ускользанием опухоли вследствие потери антигена или MHC I, и неэффективностью против солидных опухолей. Это обуславливает поиск альтернативных клеточных платформ. [6]

Цель исследования – провести сравнительный фармакологический анализ CAR-NK-клеток как перспективной альтернативы CAR-T-терапии, оценив их преимущества и потенциал на примере платформы CAR-CIK против HER2.

Материалы и методы исследования. Проведен анализ научной литературы и данных клинических исследований за последние 5 лет по темам CAR-T, CAR-NK и CAR-CIK терапии с использованием баз данных PubMed, и Cochrane Library.

Результаты исследования.

1. Ключевые ограничения CAR-T-терапии носят фармакологический характер:

К числу фундаментальных ограничений CAR-T-терапии относятся неблагоприятные фармакодинамические и фармакокинетические профили.

К фармакодинамическим ограничениям относится мощный, но зачастую неконтролируемый цитокиновый ответ, опосредованный IFN-γ и IL-6, который лежит в основе развития угрожающих жизни состояний — синдрома цитокинового шторма (CRS) и иммуноопосредованной нейротоксичности (ICANS). Данный профиль неизбежно формирует «узкое» терапевтическое окно, при котором клинически эффективные дозы приближены к токсическим.

Со стороны фармакокинетики ключевыми проблемами являются недостаточная пенетрация клеток в плотную строму солидных опухолей и их длительная персистенция *in vivo*, что, с одной стороны, ограничивает противоопухолевую эффективность, а с другой — пролонгирует риск развития побочных эффектов.

Центральной проблемой токсикологии является высокий риск «on-target/off-tumor» токсичности, классическим примером которой служит развитие В-клеточной аплазии и сопутствующей гипогаммаглобулинемии при таргетинге антигена CD19, что требует пожизненной заместительной терапии

2. CAR-NK-клетки обладают принципиальными фармакологическими преимуществами:

Во-первых, профиль их безопасности существенно благоприятнее: использование аллогенных NK-клеток не сопряжено с риском развития реакции «трансплантат против хозяина» (GvHD), а риск тяжелого цитокинового шторма (CRS) минимизирован в силу их иного, по сравнению с Т-лимфоцитами, цитокинового профиля, характеризующегося сниженной секрецией ключевого провоспалительного цитокина IL-6.

Во-вторых, механизм их цитотоксичности является MHC-независимым, что позволяет им эффективно распознавать и лизировать опухолевые клетки, ускользающие от Т-клеточного иммунитета за счет пониженной регулируемости молекул MHC I класса, посредством нативных активирующих рецепторов, таких как NKG2D и NCRs.

Наконец, в-третьих, данная платформа открывает возможность для создания стандартизированных «готовых к применению» (off-the-shelf) препаратов на основе аллогенных источников, таких как пуповинная кровь или клеточные линии (например, NK-92), что кардинально решает проблемы, присущие аутологичному подходу CAR-T – высокую стоимость и длительные сроки производства.

3. CAR-CIK-клетки как синергическая платформа для таргетинга HER2:

HER2 является валидированной мишенью, что подтверждается клинической эффективностью моноклонального антитела трастузумаба.

CIK-клетки (цитокин-индуцированные киллеры) – гетерогенная популяция (CD3+CD56+), сочетающая пролиферативный потенциал Т-лимфоцитов и MHC-независимую цитотоксичность NK-клеток. Важно, что механизм действия трастузумаба частично опосредован антителозависимой клеточной цитотоксичностью (ADCC), в которой ключевую роль играют именно эффекторы типа NK/CIK. Это делает HER2 логичной и иммуногенной мишенью для CAR-CIK подхода.

CAR-CIK против HER2 реализует синергизм: терапевтический потенциал подхода CAR-CIK, нацеленного на HER2, раскрывается в присущем ему синергизме. Специфичность, обеспечиваемая химерным антигенным рецептором, направленно уничтожает HER2-позитивные опухолевые клетки, в то время как сохраненная экспрессия нативных активирующих рецепторов, таких как NKG2D, опосредует элиминацию HER2-негативных клонов, что преодолевает ключевой механизм резистентности – антигенное ускользание. Важнейшим дополнительным преимуществом платформы является конститутивная экспрессия рецептора CD16 (FcγRIII), что наделяет CAR-CIK клетки способностью к осуществлению антителозависимой клеточной цитотоксичности (ADCC). Данное свойство создает прочное основание для разработки комбинированных терапевтических стратегий, в которых инфузия CAR-CIK клеток потенцирует и синергирует с действием моноклонального антитела трастузумаба. Это обеспечивает более «широкое» терапевтическое окно и снижает риски токсичности по сравнению с CAR-T.

Выводы.

1. CAR-NK-клетки представляют собой следующее поколение клеточной иммунотерапии с улучшенным фармакологическим профилем.

2. Ключевые преимущества включают сниженную токсичность (CRS, GvHD), двойной механизм действия (CAR + нативные рецепторы) и потенциал для создания аллогенных "готовых" препаратов.

3. Платформа CAR-CIK, в частности против HER2, демонстрирует высокий синергический потенциал для терапии солидных опухолей. Ее эффективность происходит из успеха трастузумаба и может быть дополнительно усилена за счет комбинации с этим моноклональным антителом.

4. Дальнейшие исследования должны быть сфокусированы на оптимизации конструкций CAR для NK/CIK клеток и проведении клинических испытаний для подтверждения их эффективности и безопасности.

Список литературы

1. Janeway C. A., Travers P., Walport M., Shlomchik M. J. Immunobiology: The Immune System in Health and Disease. 5th ed. New York: Garland Science; 2001.
2. Maude S. L., Laetsch T. W., Buechner J., Rives S., Boyer M., Bittencourt H. [и др.] Tisagenlecleucel in Children and Young Adults with B-Cell Lymphoblastic Leukemia // New England Journal of Medicine. 2018. Vol. 378, No. 5. P. 439–448.
3. Sterner R. C., Sterner R. M. CAR-T cell therapy: current limitations and potential strategies // Blood Cancer Journal. 2021. Vol. 11, No. 4. P. 69.
4. Myers J. A., Miller J. S. Exploring the NK cell platform for cancer immunotherapy // Nature Reviews Clinical Oncology. 2021. Vol. 18, No. 2. P. 85–100.
5. Hudis C. A. Trastuzumab — Mechanism of Action and Use in Clinical Practice // New England Journal of Medicine. 2007. Vol. 357, No. 1. P. 39–51.
6. <https://www.nature.com/articles/s41408-021-00459-7>

СОВРЕМЕННАЯ ФАРМАКОТЕРАПИЯ НАРУШЕНИЯ ГОРМОНАЛЬНОГО ГОМЕОСТАЗА ПРИ СИНДРОМЕ ПОЛИКИСТОЗНЫХ ЯИЧНИКОВ

Бондаренко Л.С., Лазарева И.А.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра фармакологии

Актуальность. Синдром поликистозных яичников (СПКЯ) является одним из наиболее распространенных эндокринных расстройств у женщин репродуктивного возраста, затрагивая, по разным оценкам, от 5 до 20% населения. Актуальность проблемы обусловлена не только высокой распространенностью, но и многогранностью клинических проявлений, серьезным влиянием на качество жизни и отдаленными последствиями для здоровья. Современная фармакотерапия требует комплексного и персонализированного подхода, что делает исследование и систематизацию современных методов лечения чрезвычайно востребованными. [4]

Цель исследования. Проанализировать патогенетические механизмы нарушения гормонального гомеостаза при синдроме поликистозных яичников и оценить эффективность современных подходов к фармакотерапии данного заболевания

Материалы и методы исследования. Анализ научной литературы и клинических рекомендаций, сравнительный анализ.

Результаты исследования. Основой формирования СПКЯ являются нарушения гормонального гомеостаза, проявляющиеся в виде триады: инсулинорезистентность, гиперандрогения и нарушения гипоталамо-гипофизарной системы.

Инсулинорезистентность и гиперинсулинемия являются ключевым звеном патогенеза. Инсулинорезистентность приводит к повышению уровня инсулина в крови. Гиперинсулинемия напрямую стимулирует тека-клетки яичников к повышенной продукции андрогенов и подавляет синтез глобулина, связывающего половые гормоны (ГСПГ), что увеличивает количество свободного, биологически активного тестостерона [1, 2, 5].

Повышенный уровень андрогенов является одним из основных диагностических критериев. Он приводит к гирсутизму, акне, себорее и является причиной ановуляции, нарушая процесс фолликулогенеза и приводя к формированию множества мелких кистозных фолликулов [1,3].

Проявлением дисфункции гипоталамо-гипофизарной системы является нарушение секреции гонадотропин-рилизинг-гормона, что ведет к повышенному соотношению ЛГ/ФСГ, более 2.5. Высокий уровень лютеинизирующего гормона дополнительно стимулирует выработку андрогенов в яичниках, усугубляя гиперандрогению [2].

Современные подходы к лечению носят патогенетический и симптоматический характер.

В первую очередь проводится коррекция инсулинорезистентности. Препаратом первой линии является метформин, снижающий продукцию глюкозы в печени и повышающий чувствительность периферических тканей к инсулину. Применение данного препарата приводит к снижению уровня инсулина и, как следствие, к уменьшению симптомов гиперандрогении и восстановлению овуляторной функции менструального цикла [3, 4, 6].

Для коррекции гидроандрогении и восстановления менструального цикла используются комбинированные оральные контрацептивы (КОК), являющиеся основными в терапии женщин, не планирующих беременность. Препараты с антиандрогенным компонентом (дроспиренон, ципротерона ацетат, диеногест) эффективно подавляют секрецию ЛГ и яичниковых андрогенов, повышают уровень ГСПГ, что приводит к значительному уменьшению клинических проявлений гиперандрогении и нормализации менструального цикла [1, 3, 6].

Антиандрогены (спиронолактон, флутамид) назначаются в комбинации с КОК или отдельно при непереносимости КОК для усиления антиандрогенного эффекта [3].

В целях терапии у женщин, планирующих беременность, применяется стимуляция овуляции летрозолом или кломифена цитратом.

Летрозол (ингибитор ароматазы) – препарат первой линии для индукции овуляции. Блокирует конверсию андрогенов в эстрогены в яичниках, что по принципу отрицательной обратной связи приводит к увеличению секреции ФСГ и стимуляции роста фолликулов [6].

Кломифена цитрат – классический препарат для стимуляции овуляции, хотя в современных рекомендациях часто уступает летрозолу по эффективности [6].

Перспективы фармакотерапии связаны с применением новых классов препаратов, таких как агонисты рецепторов ГПП-1, которые позволяют эффективно воздействовать на ключевое метаболическое нарушение – инсулинорезистентность и ожирение.

Агонисты рецепторов глюкагоноподобного пептида-1 (например, лираглутид) демонстрируют высокую эффективность в снижении массы тела и улучшении метаболических параметров у пациенток с СПКЯ и ожирением [4, 5].

Инозитолы (мио-инозитол, D-хиро-инозитол) рассматриваются как вспомогательные средства, улучшающие чувствительность к инсулину и функцию яичников [4].

Выводы. Синдром поликистозных яичников представляет собой сложное эндокринно-метаболическое заболевание, в основе которого лежит нарушение гормонального гомеостаза, характеризующееся триадой: инсулинорезистентность, гиперандрогения и хроническая ановуляция.

Современная фармакотерапия СПКЯ должна быть комплексной и индивидуализированной, направленной на коррекцию всех звеньев патогенеза. Ведение пациенток с СПКЯ требует междисциплинарного подхода с участием гинекологов, эндокринологов и диетологов, а также применения новых классов препаратов.

Список литературы

1. Артымук Н. В., Тачкова О. А. Новое о патогенезе и лечении синдрома поликистозных яичников //Мать и дитя. – 2021. – С. 54-60.
2. Купянская Е. В. Синдром поликистозных яичников: патогенез, диагностика и лечение (литературный обзор) //Проблемы репродукции. – 2022. – Т. 28. – №. 3. – С. 22-31.
3. Шабатукова Е. В., Щербань Д. А., Кудратова Е. А., Сковрцова А. А., Жукова О. В. Современная фармакотерапия синдрома поликистозных яичников //Лечащий врач. – 2023. – №. 5. – С. 42-47.
4. Усеинова А. Н., Егорова Е. А., Елишева Е. А., Бейтуллаев А. М., Корянова К. Н. Основные направления и перспективы в терапии синдрома поликистоза яичников //Медицинский вестник Юга России. – 2022. – Т. 13. – №. 4. – С. 15-22.
5. Усеинова А. Н., Егорова Е. А., Елишева Е. А., Бейтуллаев А. М., Корянова К. Н. Текст научной статьи по специальности «Клиническая медицина» //Вестник новых медицинских технологий. – 2023. – Т. 10. – №. 1. – С. 88-95.
6. Клинические рекомендации. Синдром поликистозных яичников. – Минздрав России, 2025. – 65 с.

НАРУШЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МАТРИКСА ПАРОДОНТА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ПАРОДОНТИТЕ ХРОНИЧЕСКОМ БОЛЕВОМ СИНДРОМЕ

Брусенцова А.Е., Ляшев Ю.Д.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра терапевтической стоматологии

Научный руководитель – д.м.н., профессор Ляшев Ю.Д.

Актуальность. Поиск новых антибактериальных препаратов для лечения хронического пародонтита обусловлен ведущей ролью пародонтопатогенных бактерий при этом заболевании, недостаточной эффективностью применяемых препаратов из-за низкой чувствительности к ним микроорганизмов, а также формирования устойчивости микробов к лекарственному воздействию. Исследование патогенеза пародонтита поможет разработке терапии, основанной на использовании современных лекарственных препаратов, включая и биотехнологические [2, 3].

Цель работы – изучение нарушений биохимического состава соединительно-тканного матрикса пародонта у крыс с хронической болью и пародонтитом.

Материал и методы исследования. 56 крыс-самцов разделили на три группы: 1) интактная; 2) пародонтит; 3) пародонтит + хроническая боль. Пародонтит моделировали по методу Воложина А.И. и Виноградовой С.И. [4], а хроническую боль перевязкой седалищных нервов. Статус соединительно-тканного матрикса оценивали по количеству свободного и связанного оксипролина и гликозаминогликанов в гомогенате ткани десны [4]. Для анализа различий между средними величинами использовали t-критерий Стьюдента.

Результаты исследования. У крыс с пародонтитом значительно снижались оксипролин и гликозаминогликаны в пародонте на 7 и 14 сутки ($p < 0,01-0,001$). На 21 день восстанавливался состав пародонта, увеличивалась концентрация веществ, но их уровень ниже, чем у интактных ($p < 0,01$). При болевом синдроме и пародонтите значимо снижались оксипролин и гликозаминогликаны ($p < 0,01$). Уровень оксипролина в группе животных ниже, чем у крыс с пародонтитом на 7 и 14 сутки ($p < 0,05$). Пародонтит у животных с болью проявлялся нарушениями состава матрикса и снижением оксипролина и гликозаминогликанов. Уменьшение секреции фибробластического фактора роста, изменение продукции факторов ангиогенеза и вазоактивных веществ, нарушение микроциркуляции в коже у мышей с хронической болью [1].

Выводы. 1. При пародонтите значительно снижается содержание оксипролина и гликозаминогликанов в пародонте.

2. Концентрация оксипролина и гликозаминогликанов в пародонте значимо при сочетании пародонтита и хронической боли, чем при пародонтите.

Список литературы

1. Котиева И.М., Франциянц Е.М., Каплиева И.В., Бандовкина В.А., Козлова Л.С., Трепятики Л.К., Погорелова Ю.А., Черярина Н.Д. Влияние хронической боли на некоторые метаболические процессы в коже самок мышей // Российский журнал боли. - 2018. - №4. - С. 46-54.
2. Кутепов И.В., Ляшев Ю.Д., Артющкова Е.Б., Солин А.В., Сериков В.С. Влияние аналогов индолицидина на состав соединительнотканного матрикса пародонта при пародонтите // Пародонтология. - 2019. - Т. 24, № 1-2 (90). - С. 34-38.
3. Цепов Л.М., Цепова Е.Л., Цепов А.Л. Пародонтит: локальный очаг серьезных проблем (обзор литературы) // Пародонтология. - 2014. - Т. 19, №3. - С. 3-6.
4. Kutepov I.V., Lyashev Yu.D. Pharmacological correction of periodontitis using synthetic analogues of indolicidin // Research Results in Pharmacology. - 2019. - Т. 5, № 3. - С. 21-35.

ПОБОЧНЫЕ ДЕЙСТВИЯ ВАРФАРИНА (КРЫСИНОГО ЯДА) В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПАТОЛОГИЯХ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Волкова А.А.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра фармакологии

Научный руководитель – к.фарм.н, доцент

Удалова С.Н.

Актуальность данной темы заключается в том, что по смертности и по заболеваемости сердечно-сосудистые заболевания занимают первое место как в России, так и во всем мире. В этом случае возникает необходимость подробного изучения препаратов, относящихся к этой группе патологий, их побочных действий, а также осложнений, возникающих при приеме данных лекарственных средств.

Цель исследования - изучить осложнения и побочные реакции при приеме Варфарина.

Результаты исследования. Сердечно-сосудистые патологии являются важной проблемой в современном обществе, так как в том числе люди зрелого возраста скоропостижно умирают от инфаркта миокарда, ишемической болезни сердца, тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА), сердечной недостаточности.

Существуют два пути оздоровления: медикаментозное лечение и хирургическое лечение. Более того, лекарственные препараты используются в двух случаях, так как после хирургического лечения необходима поддерживающая медикаментозная терапия, чтобы получить желаемого результата лечения.

Важное место занимают препараты группы антикоагулянтов. Среди них Варфарин по своей сути является антагонистом витамина К, одним из самых распространенных и эффективных антикоагулянтов – препаратов, разжижающих кровь. Его назначают для профилактики и лечения эмболий, при таких состояниях, как фибрилляция предсердий, наличие механических клапанов сердца, тромбоз глубоких вен и т.д. [1,2]

Почему крысинный яд? Варфарин использовался в борьбе с грызунами, так как он останавливает нормальное свертывание крови у крыс, что приводит к их смерти. Сейчас этот яд так широко не используется, потому что у крыс развилась к нему устойчивость.

Данное лекарственное средство применяется для избежания образования тромбов, тем самым помогает устранить появление инсультов, ТЭЛА, так как основным фактором появления таких заболеваний является образование сгустков (тромбов) в просветах сосудов.

Не всегда препарат оказывает положительный эффект, его применение должно производиться строго под контролем МНО (международное нормализованное отношение) – показателя свертываемости крови. Если же происходит бесконтрольное применение данного лекарственного средства, то здесь можно говорить о усиленных побочных эффектах и осложнениях. Если МНО высокое, риск кровотечения возрастает, если низкое – риск образования тромбов. Поэтому регулярный контроль МНО и коррекция дозы под наблюдением врача – строго обязательны. [3]

«На основании 15-летнего проспективного наблюдения за больными, получающими терапию варфарином, выявлено, что частота всех геморрагических осложнений составила 8,66/100 пациенто-лет, больших кровотечений – 2,98/100 пациенто-лет, а клинически значимых - 2,62/100 пациенто-лет.» [1]

По данной статистике можно сказать, что выражения геморрагических осложнений встречаются довольно часто.

Среди проявлений осложнений и побочных реакций могут возникать обширные гематомы, кровоизлияния, желудочные и почечные кровотечения.

При передозировке могут возникнуть геморрагический шок и синдром диссеминированного внутрисосудистого свёртывания (ДВС-синдром), что приводит к летальному исходу. [3]

Среди редких осложнений могут возникать: кожный некроз варфарина, синдром «фиолетовых пальцев ног», остеопороз и тератогенный эффект.

Кожный некроз варфарина — это достаточно серьёзное осложнение, при котором на коже возникают пятна красного цвета, болезненные, далее превращаются в некротические участки.

Синдром «фиолетовых пальцев» — образование фиолетовых пятен на пальцах ног и подошвах. Происходит после начала антикоагулянтной терапии- развитие мелких тромбозов в капиллярах.

Вывод. Так как варфарин является антагонистом витамина К, длительный приём данного препарата может вызвать проблемы с опорно-двигательным аппаратом, в частности, с костями, при этом возникает снижение минеральной плотности костей, появление повышенного риска переломов.

Варфарин может стать причиной различных пороков развития плода, поэтому при беременности подобный препарат категорически запрещён.

К приёму лекарственного вещества пациент должен относиться с особой серьёзностью и ответственностью, постоянный мониторинг анализов и соблюдение рекомендаций доктора позволят пациенту правильно осуществить профилактику тромбоэмболических осложнений и предотвратить образование тромбов.

Список литературы

1. Кропачева Е.С., Землянская О.А., Панченко Е.П., Добровольский А.Б., Кривошеева Е.Н. Безопасность длительной терапии варфарином: частота кровотечений и клинические предикторы их развития (результаты проспективного 15-летнего наблюдения) // Атеротромбоз. 2017. №1.
2. Новикова Н.А., Воловченко А.Н. Варфарин: место в современной антикоагулянтной терапии // Атеротромбоз. — 2016. — №1.
3. Пожиленко Н.С., Моисеева Т.В., Алилекова Г.Ф. Осложнения приема варфарина: геморрагический синдром // Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. — 2015. — №3 (19).

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ В ТЕРАПИИ ХОБЛ

Гамзабекова С.З., Лазарева И.А.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра фармакологии

Актуальность. Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) занимает одно из ведущих мест среди причин заболеваемости и смертности во всем мире. Эффективное лечение данной патологии требует не только применения современных лекарственных средств, но и разработки инновационных систем их доставки, способствующих улучшению биодоступности и снижению побочных эффектов [1,2].

Цель исследования — изучить современные системы доставки лекарственных средств при терапии ХОБЛ, оценить их преимущества и недостатки, а также влияние на клиническую эффективность лечения.

Материалы и методы исследования. Проведен анализ научных статей и публикаций за последние 5 лет, посвященных системам доставки лекарственных препаратов в терапию ХОБЛ.

Результаты исследования. Ингаляционная терапия — это эффективный способ лечения ХОБЛ, при котором лекарства вводят в дыхательные пути в виде мелких частиц аэрозо-

ля. Такой метод помогает доставить высокую концентрацию препарата прямо в нижние отделы легких и одновременно уменьшить риск побочных эффектов в организме. Успех лечения во многом зависит от правильного использования ингалятора и выбора подходящего устройства для доставки лекарства. В современной терапии ХОБЛ применяют пять основных видов ингаляторов: дозированные аэрозольные ингаляторы (ДАИ), дозированные аэрозольные ингаляторы, активируемые при вдохе (ДАИ-АВ), порошковые ингаляторы (ПИ), «мягкие» аэрозоли, а также небулайзеры.

ДАИ содержат лекарственное вещество в виде суспензии и пропеллента, создающего давление для распыления. Недостатком ДАИ является необходимость точной координации между нажатием на баллон и вдохом, а также относительно низкая депозиция препарата в легких и высокая — в ротоглотке. Для облегчения использования применяют спейсер — дополнительную камеру, увеличивающую расстояние между ингалятором и ротовой полостью, что улучшает распределение препарата и снижает побочные эффекты. ДАИ, активируемые вдохом (например, Аутохалер), созданы для решения проблемы координации. Они оснащены пружинным механизмом, который активируется при вдохе со скоростью 20–30 л/мин и длится около 0,2 секунды. Это обеспечивает в два раза большую депозицию в легких по сравнению с обычными ДАИ. Однако такие устройства не пригодны при тяжелых обострениях, когда пациенты не могут обеспечить необходимую скорость вдоха. Порошковые ингаляторы содержат лекарство в сухом виде, которое при вдохе разбивается на частицы респираторного размера (до 40% депозиции в легких). Они не требуют пропеллентов и внешних источников энергии, более стабильны и компактны. Однако их эффективность напрямую зависит от силы и скорости вдоха — при недостаточном вдохе доза может не полностью высвободиться. Среди недостатков стоит отметить необходимость регулярной дозировки капсул или доз, высокий уровень оседания препарата в ротоглотке (от 50 до 80%), а также вероятность ошибок при использовании со стороны пациента [2]. «Мягкие» аэрозоли представляют собой новый тип жидкостных дозированных ингаляторов, которые создают медленно движущееся аэрозольное облако, что способствует повышенной депозиции препарата в легких. К примеру, технология Респимат применяется для доставки тиотропия бромидом. Эти устройства отличаются простотой эксплуатации и компактными размерами. Небулайзеры преобразуют жидкие лекарственные формы в мелкодисперсный аэрозоль для ингаляционного лечения. Существуют три основных типа: компрессорные (струйные), ультразвуковые и мембранные. Эти устройства чаще всего применяются при обострениях ХОБЛ и у пациентов, испытывающих трудности с использованием традиционных ингаляторов. К главным недостаткам небулайзеров относятся их громоздкость, шумность работы, длительность процедур и повышенный риск бактериального загрязнения.

Выбор устройства зависит от способности пациента координировать вдох и активацию, скорости вдоха, предпочтений, наличия конкретных лекарств в нужных устройствах, а также возможности врача обучить правильной технике использования. При хорошей координации и высокой скорости вдоха (>30 л/мин) применяются ДАИ, жидкостные ингаляторы и небулайзеры; при плохой координации и скорости <30 л/мин — ДАИ со спейсером, дозируемые аэрозольные ингаляторы, жидкостные ингаляторы и небулайзеры [3].

Выводы. Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что современные системы доставки лекарств при ХОБЛ представляют собой разнообразный арсенал устройств, каждый из которых имеет свои особенности, преимущества и ограничивающие факторы, и оптимальный выбор всегда индивидуален и требует учета клинических и физиологических особенностей пациента. Необходимы дальнейшие исследования для оптимизации этих систем, повышения их доступности и эффективности в клинической практике.

Список литературы

1. Аляви Б.А., Рахимова Д.А., Тиллоева Ш.Ш., Каюмова М.Б., Зуфаров М.А., Очилов С.М. Оценка взаимосвязи нарушений легочной гемодинамики и качества жизни больных хрониче-

ской обструктивной болезнью легких и эффекты комплексной терапии // Кардиология Узбекистана. - 2019. - № 4 (54) - С. 63-67.

2. Джаббаров, М. Б. Диагностика нарушений дыхания в ночные часы и респираторная терапия пациентов с ХОБЛ / М. Б. Джаббаров, Г. Б. Раджабова // Биология и интегративная медицина. – 2022. – № 2(55). – С. 84-94.

3. Ингаляционная терапия заболеваний органов дыхания / О. Н. Харевич, Н. С. Аляхнович, Е. А. Лаптева, Е. И. Катибникова // Рецепт. – 2023. – Т. 26, № 6. – С. 816-828.

Синопальников, А. И. Фармакотерапевтическая стратегия ведения больных ХОБЛ: фокус на "двойные" бронходилататоры / А. И. Синопальников // Медицинский совет. – 2021. – № 16. – С. 38-44.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ВЫСВОБОЖДЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА ИЗ БИОДЕГРАДИРУЕМОЙ ПОЛИМЕРНОЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ

Вельгош Е.С., Грехнева Е.В., Северинов Д.А., Кудрявцева Т.Н.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра детской хирургии и педиатрии ИНО

Курский государственный университет

Научно-исследовательская лаборатория органического синтеза

Научный руководитель – к.м.н., доцент Северинов Д.А.

Актуальность. Перспективным направлением современной абдоминальной хирургии и биотехнологии является разработка полимерных биodeградируемых мембран, которые обладают высоким регенеративным потенциалом и адгезивными свойствами [1, 2]. Основной задачей таких изделий является механическая изоляция зоны наложения кишечного анастомоза для повышения герметичности и снижения проницаемости поврежденного участка кишечной трубки [3, 4]. В настоящее время остается актуальным использование мембран в качестве основы для внесения действующих веществ, таких как антибактериальные и контрастные средства [5].

Материалы и методы. В качестве материалов исследования использовали образцы трехслойных ПМ (первый слой обращенный к брюшной полости выполнен на основе натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы и обладает противоспаечным действием, второй слой – альгинат натрия, третий – поливинилпирролидон, обращен к кишечной стенке), разработанных коллективом авторов (группа № 2 (с добавлением Левофлоксацина), 3 (Йогексола), 5 (Метронидозола)) (патент РФ № 2813120 «Хирургическая полимерная мембрана» от 06.02.2024 г.). Количественная оценка высвобождения действующих веществ (ДВ) осуществлялась методом градуировочного графика на спектрофотометре ShimadzuUV-1800. Предварительно были определены характеристические длины волн для Левофлоксацина ($\lambda_{\text{лев}}=329$ нм), Йогексола ($\lambda_{\text{Йогексол}}=245$ нм) и Метронидозола ($\lambda_{\text{метр}}=320$ нм). Для построения градуировочного графика, готовили серию стандартных растворов Левофлоксацина, Йогексола, Метронидозола с концентрацией от $2,5 \cdot 10^{-2}\%$ до $0,5 \cdot 10^{-4}\%$. Изучали кинетику выхода активных веществ из полимерных мембран следующим образом: образец массой 1 г (взвешивание производили на аналитических весах ShinkoDenshi HT – 120CE) помещали в стакан, куда добавляли 40 см³ воды. Через определенные промежутки времени (1, 3, 5, 7, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 150 минут) отбирали аликвоту 1 см³ раствора и разбавляли её в 10 раз дистиллированной водой. Исследование проводили в кварцевой кювете с толщиной светопропускающего слоя 1 см при диапазоне длин волн от 200 до 500 нм, диапазон оптической плотности от 0 до 1,0.

Результаты исследования. При оценке динамики выхода ДВ (антибактериальные средства, контрастное вещество) стоит отметить прямую зависимость процентного соотношения выхода ДВ от скорости растворения ПМ в дистиллированной воде. Так, уже на 20 минуте практически во всех случаях отмечается значительное количество ДВ в исследуемой

жидкости, после чего отмечается своего рода плато, замедление высвобождения ДВ за счет процессов смачивания пленки (ввиду процессов набухания). За этим следует высвобождение ДВ в максимальной концентрации уже на 150 минуте (например, Левофлоксацин). При этом наиболее растворимым и реактогенным является Йогексол.

Выводы. Несмотря на различные периоды высвобождения ДВ (наибольшие у антибактериальных средств), стоит отметить, что это подтверждает концепцию изготовления многослойных мембран о различном действии их слоёв (ввиду различных поставленных перед ними задач, основанных на особенностях заживления тканей в зоне кишечного анастомоза).

Список литературы

1. Профилактика несостоятельности тонко-толстокишечных анастомозов в экстренной хирургии / Ю.С. Вайнер, А.Е. Бабюк, П.И. Аверкин [и др.] // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2020. – № 10. – С. 123-128.
2. Кишечный анастомоз у детей при осложнённом дивертикуле Меккеля. / В.П. Гаврилюк, Д.А. Северинов, В.В. Сытьков [и др.] // Вопросы практической педиатрии. – 2024. – Т.19, № 4. – С. 107–112.
3. Несостоятельность межкишечных анастомозов: новое решение старой проблемы / В.А. Липатов, В.П. Гаврилюк, Д.А. Северинов [и др.] // Инновационная медицина Кубани. – 2024. – № 3. – С. 117-124.
4. Хараева З.Ф., Хаширова С.Ю., Виндижева А.С., Гринева Л.Г. Перспективы применения полимеров и полимерных композиционных материалов в реконструктивной хирургии // Известия Кабардино-балкарского государственного университета. – 2022. – Т. 12. № 3, – С. 105-111.
5. Кудрявцева Ю.А., Канонькина А.Ю., Ефремова Н.А., Кошелев В.А. Биосовместимость и особенности деградации полимерных противоспаечных мембран с антибактериальной активностью // Фундаментальная и клиническая медицина. – 2023. – Т.8, № 4. – С. 54-64.

СОВРЕМЕННАЯ ФАРМАКОТЕРАПИЯ АДЕНОКАРЦИНОМЫ ЛЕГКОГО: ОТ ЦИТОТОКСИЧЕСКОЙ ХИМИОТЕРАПИИ К ТАРГЕТНОЙ И ИММУНОТЕРАПИИ

Горбунова В.Е., Лазарева Е.А.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра фармакологии

Актуальность. Аденокарцинома легкого продолжает оставаться ведущей причиной онкологической смертности. Использование цитотоксической химиотерапии ограничено её неселективностью, токсичностью и развитием резистентности. Развитие молекулярной онкологии и совершенствование генодиагностики, позволяющей усовершенствовать выявление мутантных аллелей в ДНК тканей и биологических жидкостей [1], привели к поиску ключевых драйверных мутаций. Это стимулировало разработку таргетной и иммунотерапии, изменив схему лечения в сторону персонализированной медицины, что является общемировой тенденцией в онкологии [3]. Необходимость систематизации этих развивающихся подходов, оценки их эффективности, безопасности, а также важность комплексного мониторинга состояния пациентов, получающих иммунотерапию [2], обуславливают высокую актуальность данного исследования.

Цель исследования – анализ и систематизация современных подходов к фармакотерапии аденокарциномы легкого, демонстрирующих эволюцию от цитотоксической химиотерапии к таргетным препаратам и иммунотерапевтическим агентам, с оценкой их роли в улучшении прогноза и качества жизни пациентов, с учетом достижений в генодиагностике и мониторинге состояния пациентов.

Материалы и методы исследования. Данное исследование представляет собой аналитический обзор современной научной литературы по фармакотерапии аденокарциномы легкого.

Результаты исследования. Анализ современной литературы выявил значительную эволюцию в фармакотерапии аденокарциномы легкого. Во-первых, это ограниченность цитотоксической химиотерапии. Исторически применялись платиносодержащие дуплеты, обеспечивающие среднюю общую выживаемость при распространенных стадиях в пределах 8-12 месяцев. Основными ограничениями являлись неселективность действия, приводящая к высокой токсичности (миелосупрессия, нейропатия) и быстрое развитие резистентности. Во-вторых, это развитие таргетной терапии на основе генодиагностики. Прогресс в генодиагностике, включая оптимизацию методов выявления мутантных аллелей в ДНК тканей и биологических жидкостей [1], позволил найти ряд драйверных мутаций, служащих мишенями для таргетной терапии: ингибиторы тирозинкиназы (ИТК) EGFR показали высокую эффективность. ИТК третьего поколения, осимертиниб, продемонстрировал значительное превосходство над химиотерапией у пациентов с T790M-положительной аденокарциномой, что является механизмом приобретенной резистентности к ИТК первого/второго поколений [4].

ALK-перестройки: для данной группы пациентов разработаны несколько ИТК ALK. Лорлатиниб, ИТК третьего поколения, показал высокую эффективность, в том числе при метастазах в ЦНС и после прогрессирования на фоне других ИТК ALK [6].

Очень эффективными для идентификации используются таргетные препараты для пациентов с перестройками ROS1, мутациями BRAF V600E, изменениями MET и перестройками RET. Эта стратегия "точной медицины" аналогична эволюции, наблюдаемой при лечении диссеминированного колоректального рака [3].

В-третьих, это внедрение иммунотерапии. Ингибиторы контрольных точек (ICI) PD-1/PD-L1 (пембролизумаб, ниволумаб, атезолизумаб, дурвалумаб) и CTLA-4 (ипилимумаб) активируют противоопухолевый иммунный ответ. Применяются в первой и второй линиях терапии при распространенной аденокарциноме легкого. Выраженность PD-L1 на опухолевых клетках является основным фактором началом ответа. В-четвертых, это развитие комбинированных стратегий. Для усиления эффективности активно изучаются и внедряются комбинации различных терапевтических подходов: комбинации (химиотерапия+иммунотерапия) платиносодержащей химиотерапии с ингибиторами PD-1/PD-L1 стали стандартом первой линии терапии для многих пациентов, демонстрируя улучшение выживаемости [5]. Тройные комбинации (иммунотерапия+антиангиогенные препараты+химиотерапия) также показали перспективные результаты, например, атезолизумаб, бевацизумаб и химиотерапия улучшали общую выживаемость [7].

Выводы. Лечение особого вида рака легкого (аденокарциномы) сильно изменилось. Мы перешли от обычной химиотерапии, которая действовала на весь организм, к более точным и индивидуальным методам: таргетной и иммунотерапии. Благодаря новым методам анализа ДНК (генодиагностике) [1], которые помогают точно найти слабые места раковых клеток, таргетная терапия стала гораздо успешнее. Она работает более целенаправленно и даёт лучшие результаты. Иммунотерапия, которая "запускает" собственную защиту организма против рака, дала надежду на долгий контроль над болезнью. При этом очень важно постоянно следить за общим состоянием пациента [2]. Когда химиотерапию, таргетную терапию и иммунотерапию используют вместе, они работают гораздо эффективнее, чем по отдельности, и помогают ещё больше улучшить шансы на выздоровление. Несмотря на все достижения, есть и сложности. Например, рак может стать устойчивым к лечению, и нужно искать новые способы предсказывать, как подействует терапия. Но постоянные исследования приближают тот день, когда рак легкого станет хронической, но контролируемой болезнью.

Список литературы

1. Бесова, Н. С. Эволюция лекарственной терапии диссеминированного колоректального рака. Таргетная терапия / Н. С. Бесова // Эффективная фармакотерапия. – 2011. – № 25. – С. 12-21.
2. Кондратова, В. Н. Генодиагностика рака (оптимизация методов выявления мутантных аллелей в ДНК тканей и биологических жидкостей организма) : специальность 14.01.12 «Онкология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Кондратова Валентина Николаевна. – Москва, 2015. – 22 с.
3. Черняева, М. А. Оценка общего состояния пациентов с мелкоклеточным раком легких при проведении иммунотерапии / М. А. Черняева // Актуальные вопросы медицинской науки : Сборник тезисов 75-ой Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых ученых с международным участием, посвященной 120-летию санитарно-эпидемиологической службы города Ярославля, Ярославль, 06–10 декабря 2021 года. – Ярославль: Общество с ограниченной ответственностью "Аверс Плюс", 2021. – С. 121-122.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ИНДИВИДУАЛЬНУЮ РЕАКЦИЮ НА ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СРЕДСТВА

Ильина Е.А.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра фармакологии

Научный руководитель – доцент, к.м.н. Полякова О.В.

Актуальность. Индивидуальная реакция организма на лекарственные препараты представляет собой комплексный биологический феномен, который зависит от множества факторов, включая генетический профиль пациента [1]. Каждый организм уникален благодаря множеству наследуемых характеристик, включая способность усваивать, перерабатывать и реагировать на вещества, поступающие извне. Понимание механизмов, лежащих в основе индивидуальных различий в восприятии медикаментов, крайне важно для улучшения терапевтической стратегии и минимизации риска возникновения нежелательных эффектов.

Цель – проанализировать влияние генетических факторов на индивидуальную реакцию на лекарственные средства.

Материалы и методы. В качестве материала выступили публикации специализированных научных баз данных, таких как Elibrary, PubMed, Google Scholar, Scopus. Поиск производился по ключевым словам и словосочетаниям «фармакогенетика», «индивидуальная реакция на лекарственный средства», «персонализированная медицина», «гены семейства цитохромов P450», «CYPs» и другие.

Результаты исследования. Интерес к изучению индивидуального отклика на медикаменты зародился давно, однако значительное развитие эта область получила лишь в конце XX века вместе с прогрессом биотехнологий и расшифровки человеческого генома. Сегодня перед исследователями стоят две ключевые задачи: 1) определение конкретных генетических вариантов, влияющих на усвоение и эффект лекарственного препарата; 2) разработка клинических рекомендаций, позволяющих применять полученные знания для персонализации лечения.

Исторически первые наблюдения были сделаны относительно чувствительности к противосудорожному препарату фенитоину и сердечному гликозиду дигоксину. Эти открытия положили начало развитию науки фармакогеномики – междисциплинарной отрасли, изучающей связь между генами и действием лекарств [1, 2].

Индивидуальные различия в метаболизме и действии лекарств. Применение результатов фармакогеномных исследований имеет большое значение для клинической практики. Персонализация лечения улучшает эффективность терапии и снижает риск развития побочных эффектов [4]. Примеры успешного внедрения фармакогеномики включают индивидуализированный подбор доз антикоагулянтов, оптимизацию химиотерапии онкологических за-

болеваний, а также подбор антидепрессантов с учетом особенностей метаболизма пациента [3].

Современные исследования сосредоточены на изучении роли генов, регулирующих метаболизм лекарств и транспорт веществ, клеточные рецепторы. Важнейшими объектами изучения являются гены семейства цитохромов P450 (CYPs), которые участвуют в детоксикации большинства лекарственных соединений [3]. Помимо CYP-генов, значимую роль играют также гены транспортных белков (например, ABCB1) и системы коагуляции крови (VKORC1).

Один из наиболее изученных примеров – влияние полиморфизма гена CYP2D6 на метаболизм психоактивных препаратов, таких как антидепрессанты и некоторые анальгетики [5]. Этот фермент вовлечён в метаболизм около четверти всех применяемых в медицине препаратов. Установлено, что существуют четыре основных фенотипа активности CYP2D6: 1) ультрабыстрый метаболизм («ультраметаболизаторы») характеризуется ускоренным выведением препарата из организма и сниженной эффективностью терапии; 2) нормальный метаболизм («нормометаболизаторы») соответствует стандартному клиническому профилю; 3) медленный метаболизм («промежуточные метаболизаторы») сопровождается повышенным уровнем препарата в организме и высоким риском побочных эффектов; 4) отсутствие активности («нулевые метаболизаторы»), приводящее к накоплению высоких концентраций препарата и выраженному риску осложнений. Понимание этих различий позволило разработать алгоритмы подбора оптимальной дозы препарата индивидуально каждому пациенту [2].

Механизмы воздействия генетических изменений на восприятие лекарств разнообразны и зависят от конкретного типа мутаций. Среди ключевых процессов выделяются изменение структуры белка, ведущее к изменению скорости метаболизма или транспортировки лекарственного вещества; модификация экспрессии генов, влияющая на количество синтезируемого белка; появление аллелей, устойчивых к действию препарата или наоборот, гиперчувствительных к нему. Все перечисленные процессы ведут к значительным изменениям концентрации активного вещества в тканях и плазме крови, определяющим успех или неудачу терапии.

Сегодня результаты исследований активно внедряются в медицинскую практику, позволяя врачам адаптировать схемы назначения препаратов в зависимости от генетического статуса пациента. К примеру, пациентам с нарушением функций CYP2D6 рекомендуется снижение стандартной дозы антидепрессанта амитриптилина или замена его другим препаратом. Аналогично, пациенты с низким содержанием альдегиддегидрогеназы имеют повышенный риск токсичности алкоголя и некоторых анестетиков [5].

Перспективы дальнейшего развития включают разработку универсальных тестов, способных быстро выявлять предрасположенность пациента к неблагоприятным реакциям на тот или иной препарат [4]. Это позволит избежать серьезных ошибок и повысить безопасность медикаментозной терапии.

Несмотря на значительные успехи, остается ряд нерешённых проблем. Во-первых, сложность интерпретации полученных данных требует дополнительного накопления опыта и разработки стандартов оценки генетических рисков. Во-вторых, внедрение технологий дорогостоящих лабораторных анализов в повседневную клинику остаётся ограничивающим фактором широкого распространения персонализированной медицины. Наконец, этические проблемы конфиденциальности генетической информации остаются предметом активных дискуссий.

Вывод. Генетические факторы играют важную роль в формировании индивидуальной реакции на лекарственные препараты. Современные достижения в области фармакогеномики открывают новые возможности для персонализации лечения и повышения качества медицинской помощи. Дальнейшие исследования позволят глубже понять механизмы взаимодействия генов и лекарств, что приведет к разработке новых подходов к лечению различных заболеваний.

Список литературы

1. Исаев А.Н. и др. Фармакогенетика и персонализированная медицина: достижения и перспективы // Вестник РУДН. Серия Медицина. 2021. Т. 21, № 1. С. 5–16.
2. Soria JC, De Braud F., Filipits M. et al. Personalizing cancer treatment through pharmacogenomic testing: the PHARMACOGENOMIC study / Journal of Clinical Oncology. 2023. Vol. 41, No. 15_suppl. p. e19501-e19501.
3. Zhou QF, Sun HX, Wu CQ. Advances in personalized medicine based on genetic variation: challenges and opportunities for clinical application / Frontiers in Cellular Neuroscience. 2021. Vol. 15, Article ID 689842.
4. Kuehl BJ, Wang D. Precision medicine in oncology: translating genomic insights into clinical practice / Current Opinion in Oncology. 2022. Vol. 34, Issue 1. pp. 1–8.
5. Wang JH, Zhou YB, Chen QL. Cytochrome P450 enzymes and their role in drug metabolism: new developments since 2010 / Expert Opinion on Drug Metabolism & Toxicology. 2021. Vol. 17, Issue 1. pp. 1–13.

СРАВНЕНИЕ ОРИГИНАЛЬНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ И БИОАНАЛОГОВ

Ильинская В.И., Лазарева И.А.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра фармакологии

Актуальность. Биологические препараты (биопрепараты) продемонстрировали значительный прогресс в терапии онкологических, аутоиммунных (включая ревматоидный артрит и псориаз) и гематологических заболеваний. Однако высокая стоимость этих препаратов становится проблемой для пациентов и систем здравоохранения. Возникновение биоаналогов, являющихся более экономичными версиями оригинальных биопрепаратов после истечения срока патентной защиты, обуславливает актуальность комплексного сравнительного анализа в рамках современной доказательной медицины и фармакоэкономики [2].

Цель исследования. Провести сравнительный анализ оригинальных биологических препаратов и биоаналогов по ключевым параметрам: структура и производство, регуляторные требования, доказательная база, клиническая эффективность, безопасность (с акцентом на иммуногенность) и фармакоэкономическая эффективность.

Материалы и методы исследования. Для проведения исследования был применен метод систематического литературного обзора; сравнительный анализ; статистическая обработка полученных данных.

Результаты исследования. Иммуногенность – ключевой параметр безопасности для биопрепаратов. Структурные микрөгетерогенности могут потенциально влиять на иммунный ответ. Хотя в РКИ (рандомизированное контролируемое исследование) профили иммуногенности биоаналогов и оригинаторов были сопоставимы, долгосрочные данные для некоторых биоаналогов все еще накапливаются. Фармакоэкономический аспект: внедрение биоаналогов приводит к значительному снижению стоимости терапии (на 20–40%), что повышает доступность биологического лечения для большего числа пациентов и высвобождает ресурсы системы здравоохранения.

Оригинальный биопрепарат характеризуется сложной высокомолекулярной структурой (белком), которая производится в уникальной запатентованной клеточной линии. Его доказательная база включает полный объем доклинических и клинических исследований (I–IV фазы) для всех заявленных показаний. Профиль иммуногенности такого препарата хорошо изучен в ходе длительных исследований и многолетней клинической практики. Стоимость оригинального биопрепарата является высокой [3].

Биоаналог – это не точная копия, а высококачественная версия оригинальных гормональных биопрепаратов, таких как инсулины, соматотропин (гормон роста) и гонадотропины. Производятся с использованием собственного технологического процесса в другой клеточной линии. Для его регистрации требуется сокращенная программа исследований, в которую

обязательно входит одно сравнительное рандомизированное контролируемое исследование (РКИ) по эффективности и безопасности, но, как правило, только для одного показания. Основным преимуществом биоаналога является его стоимость, которая на 20-40% ниже, чем у оригинального препарата [2]. Например, биоаналог инсулина гларгина, такой как «Семглек», позволяют эффективно управлять диабетом при меньших затратах по сравнению с оригинальным «Лантусом». В терапии нарушений роста биоаналог соматотропина «Ростран» представляет альтернативу оригинальному «Генотропину». В репродуктивной медицине для лечения бесплодия используются как оригинальные гонадотропины (например, «Гонал-ф»), так и их биоаналоги. Это преимущество ведет к другому – повышению конкуренции на фармацевтическом рынке, что стимулирует инновации и может способствовать дальнейшему снижению цен. Однако использование биоаналогов сопряжено с определенными рисками и недостатками. Во многих странах, включая Россию, решение о замене оригинального препарата на биоаналог (и наоборот) должен принимать лечащий врач, а не фармацевт, с учетом индивидуального состояния пациента. Это связано с тем, что даже незначительные различия в микропримесях из-за другого производственного процесса могут потенциально повлиять на переносимость у конкретного человека. Другим важным аспектом является вопрос иммуногенности. Поскольку молекула биоаналога неидентична оригинальной, существует теоретический риск развития иммунного ответа, при котором организм может начать вырабатывать антитела. Это способно снизить эффективность препарата или вызвать нежелательные реакции [3].

Выводы. Таким образом, основное преимущество биоаналогов – фармакоэкономическое. Их использование значительно снижает затраты на терапию, повышая доступность инновационного биологического лечения и способствуя устойчивости системы здравоохранения. Принятие клинических решений о терапии биоаналогами требует врачебной экспертизы, учета данных исследований и информированного согласия пациента. Соответствие современным регуляторным требованиям при тестировании биоаналогов, в сочетании с открытым предоставлением результатов исследований медицинскому и научному сообществу, призвано укрепить доверие к этим продуктам [1].

Список литературы

1. Белоусов, Д.Ю. Биоаналоги – насколько они подобны? / Д.Ю. Белоусов// Качественная клиническая практика. – 2006. – №2. – С. 80-83.
2. Биоаналоги: разработка и изучение с помощью современных биотехнологий/ Р.Р. Ниязов, М.А. Драницына, А.Н. Васильев [и др.] // Сахарный диабет. - 2020. - 23(6). – С. 548-560. – URL: <https://doi.org/10.14341/DM12576> (дата обращения: 28.09.25).
3. Талибов, О.Б. Сравнительные исследования аналогов биотехнологических лекарственных препаратов / О.Б. Талибов // Вестник Научного центра экспертизы средств медицинского применения. – 2019. – 9(2). – С. 93-100. – URL: <https://doi.org/10.30895/1991-2919-2019-9-2-93-100> (дата обращения: 28.09.25).

ГОМЕОСТАЗ ОРГАНИЗМА, ЕГО НАРУШЕНИЯ И СПОСОБЫ КОРРЕКЦИИ

Колосюк А.В.

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова,
Санкт-Петербург, Россия

Актуальность. Кальций играет важнейшую роль в поддержании физиологических функций организма, включая нервно-мышечную возбудимость, свертывание крови, передачу сигналов и структуру костной ткани. Нарушения гомеостаза кальция могут приводить к серьезным последствиям, затрагивающим различные системы организма. В данной статье рассматриваются механизмы регуляции кальциевого обмена, основные причины и последствия его нарушений.

Кальций – важнейший биоэлемент, участвующий во множестве жизненно важных процессов. Поддержание его концентрации в крови в узком диапазоне является критически важным

для нормального функционирования клеток и органов. Нарушения кальциевого гомеостаза – гипер- и гипокальциемия – являются клинически значимыми состояниями, которые могут быть вызваны разнообразными причинами и приводить к серьезным, иногда жизнеугрожающим последствиям. Понимание механизмов регуляции кальциевого обмена и причин его нарушений необходимо для своевременной диагностики и эффективного лечения.

Цель исследования. Целью данного исследования является обобщение и анализ современных данных о механизмах регуляции гомеостаза кальция, причинах и последствиях его нарушений, а также рассмотрение основных подходов к их коррекции.

Материалы и методы. В качестве материалов исследования использовались научные статьи, опубликованные в базах данных PubMed, Scopus, Web of Science и eLibrary.ru за период с 2010 по 2025 год. Поиск статей осуществлялся по ключевым словам: «calcium homeostasis», «hypercalcemia», «hypocalcemia», «parathyroid hormone», «vitamin D», «calcitonin», «bone metabolism», «гомеостаз кальция», «гиперкальциемия», «гипокальциемия», «паратгормон», «витамин Д», «костный метаболизм». Проведен анализ литературных обзоров, оригинальных исследований и клинических рекомендаций.

Результаты и их обсуждение. Регуляция гомеостаза кальция: гомеостаз кальция – это сложный процесс, регулируемый взаимодействием нескольких гормонов и органов. Ключевую роль в поддержании нормального уровня кальция в крови играют три основных компонента:

-Паратиреоидный гормон (ПТГ): синтезируется паращитовидными железами в ответ на снижение уровня кальция в крови. ПТГ увеличивает реабсорбцию кальция в почках, стимулирует высвобождение кальция из костной ткани (резорбцию) и активирует витамин D [3].

-Витамин D: активная форма витамина D (кальцитриол) образуется в почках под воздействием ПТГ. Витамин D увеличивает абсорбцию кальция в кишечнике и оказывает влияние на костную ткань, обеспечивая поступление кальция в кровь [4, 13].

-Кальцитонин: синтезируется С-клетками щитовидной железы в ответ на повышение уровня кальция в крови. Кальцитонин подавляет резорбцию костной ткани и увеличивает выведение кальция почками, снижая тем самым его концентрацию в крови [5].

-Костная ткань является основным резервуаром кальция в организме. Обмен кальция между костью и кровью находится под постоянным контролем гормонов, обеспечивая быстрый ответ на колебания уровня кальция в крови.

Эпидемиология нарушений гомеостаза кальция. С позиций общей эпидемиологии, нарушения кальциевого обмена можно рассматривать как эпидемический процесс, требующий системного изучения. Эпидемиологическая диагностика позволяет оценить масштабы проблемы, выявить группы риска и основные причинно-следственные связи [16]. Проведение эпидемиологического обследования условного «очага» эндокринных нарушений, например, в популяции с выявленной высокой частотой остеопороза или патологии паращитовидных желез, позволяет разработать целевые профилактические программы [17]. Распространенность гиперкальциемии в популяции оценивается в 0,5-1,1%, при этом первичный гиперпаратиреоз является ее причиной в примерно 50% случаев среди амбулаторных пациентов [6, 14]. Распространенность гипокальциемии несколько ниже, однако она представляет серьезную проблему в специфических группах, таких как пациенты после операций на щитовидной и паращитовидных железах, где ее частота может достигать 1-3% [7, 15]. Дефицит витамина D, как одна из ключевых причин вторичных нарушений кальциевого обмена, носит характер пандемии и затрагивает, по разным оценкам, до 50-70% населения в умеренных широтах [13], что относит эти состояния к категории социально значимых заболеваний [18].

Нарушения гомеостаза кальция и их причины:

-Нарушения гомеостаза кальция проявляются в виде гиперкальциемии (повышенного уровня кальция в крови) и гипокальциемии (пониженного уровня кальция в крови).

-Гиперкальциемия: наиболее частыми причинами гиперкальциемии являются первичный гиперпаратиреоз (избыточная секреция ПТГ паращитовидными железами) и злокачественные новообразования (особенно метастатическое поражение костей или продукция ПТГ-

подобных веществ опухолью) [6, 14]. Другие причины включают тиазидные диуретики, избыток витамина D, иммобилизацию и некоторые эндокринные заболевания.

-Гипокальциемия: основными причинами гипокальциемии являются гипопаратиреоз (недостаточная секреция ПТГ), дефицит витамина D, хроническая почечная недостаточность, синдром мальабсорбции, панкреатит и прием некоторых лекарственных препаратов [7, 15]. Гомеостаз кальция может нарушиться из-за дефицита магния, который необходим для нормального функционирования парашитовидных желез.

Последствия нарушений гомеостаза кальция:

-Последствия гипер- и гипокальциемии могут быть разнообразными и затрагивают практически все системы организма.

-Гиперкальциемия: клинические проявления гиперкальциемии варьируют в зависимости от степени повышения уровня кальция. Легкая гиперкальциемия может быть бессимптомной. Более выраженная гиперкальциемия может проявляться усталостью, слабостью, тошнотой, рвотой, запорами, полиурией, полидипсией, дегидратацией, нарушением сердечного ритма, неврологическими симптомами (спутанность сознания, депрессия, кома) и нефрокальцинозом [8]. Хроническая гиперкальциемия может привести к остеопорозу и переломам костей.

-Гипокальциемия: симптомы гипокальциемии включают парестезии (покалывание и онемение) в пальцах рук и ног, вокруг рта, мышечные спазмы (в том числе тетанию), судороги, бронхоспазм, ларингоспазм, удлинение интервала QT на ЭКГ и сердечную недостаточность [9]. Хроническая гипокальциемия в детском возрасте может привести к нарушению развития зубов и костей.

Лечение нарушений гомеостаза кальция:

Лечение гипер- и гипокальциемии направлено на устранение причины, вызвавшей нарушение гомеостаза кальция, и коррекцию уровня кальция в крови.

-Гиперкальциемия: лечение гиперкальциемии варьирует в зависимости от ее причины и тяжести. В легких случаях может быть достаточно увеличить потребление жидкости и ограничить потребление кальция. В более тяжелых случаях могут потребоваться внутривенное введение физиологического раствора, диуретики (фуросемид), бисфосфонаты, кальцитонин, деносумаб или диализ [10]. При гиперпаратиреозе может потребоваться хирургическое удаление парашитовидной железы (паратиреоидэктомия).

-Гипокальциемия: лечение гипокальциемии включает назначение препаратов кальция (внутривенно или перорально) и витамина D. При гипопаратиреозе может потребоваться заместительная терапия аналогами ПТГ [11]. Важно также устранить причину, вызвавшую гипокальциемию, например, восполнить дефицит магния.

Выводы. Гомеостаз кальция является критически важным для поддержания нормального функционирования организма. Нарушения кальциевого обмена могут приводить к серьезным последствиям, затрагивающим различные системы организма. Эпидемиологический анализ показывает, что нарушения кальциевого обмена широко распространены и являются социально значимой проблемой, что диктует необходимость внедрения скрининговых программ в группах риска [16, 18]. Понимание механизмов регуляции кальциевого гомеостаза, причин и последствий его нарушений необходимо для своевременной диагностики и эффективного лечения. Дальнейшие исследования в этой области, включая углубленные эпидемиологические обследования, позволят разработать новые подходы к профилактике и лечению заболеваний, связанных с нарушением гомеостаза кальция.

Список литературы

1. Bronner F. Calcium homeostasis. An overview. J Nutr. 2003;133(3):837S-840S.
2. Carroll MF, Schade DS. A practical approach to hypercalcemia. Am Fam Physician. 2003;67(9):1959-1966.
3. Potts JT Jr. Parathyroid hormone: past and present. J Endocrinol. 2005;187(3):311-325.
4. DeLuca HF. Overview of general physiologic features and functions of vitamin D. Am J Clin Nutr. 2004;80(6 Suppl):1689S-1696S.

5. Austin LA, Heath H III. Calcitonin physiology and pathophysiology. N Engl J Med. 1981;304(5):269-278.
6. Marcocci C, Cetani F. Primary hyperparathyroidism. N Engl J Med. 2011;365(25):2389-2397.
7. Fong J, Khan A. Hypocalcemia: updates in diagnosis and management. Int J Endocrinol. 2012;2012:906512.
8. Minisola S, Pepe J, Body JJ, et al. Prevalence of hypercalcemia in patients with primary hyperparathyroidism. J Bone Miner Metab. 2015;33(1):1-6.
9. Cooper MS, Gittoes NJ. Diagnosis and management of hypocalcaemia. BMJ. 2008;336(7656):1298-1302.
10. Bilezikian JP, Khan AA, Potts JT Jr, et al. Guidelines for the management of asymptomatic primary hyperparathyroidism: summary statement from the Fourth International Workshop. J Clin Endocrinol Metab. 2014;99(10):3561-3569.
11. Winer KK, Ko CW, Zhang Y, et al. Synthetic human parathyroid hormone 1-34 replacement therapy for hypoparathyroidism: a randomized crossover trial. J Clin Endocrinol Metab. 2003;88(10):4214-4220.
12. Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Мокрышева Н.Г. и соавт. Первичный гиперпаратиреоз: клиника, диагностика, дифференциальная диагностика, методы лечения. // Проблемы эндокринологии. – 2016. – Т. 62. – № 6. – С. 40-77.
13. Захарова И.Н., Дмитриева Ю.А., Яблокова Е.А. Дефицит витамина D у детей и подростков: современные аспекты профилактики и лечения. // Педиатрия. Consilium Medicum. – 2019. – № 4. – С. 52-57.
14. Белая Ж.Е., Рожинская Л.Я., Мельниченко Г.А. и др. Гиперкальциемический криз: современный взгляд на проблему (клиническое наблюдение). // Ожирение и метаболизм. – 2015. – Т. 12. – № 1. – С. 62-67.
15. Рожинская Л.Я. Остеопороз. Эпидемиология, патогенез, клиника, диагностика, профилактика и лечение. // М.: ГЭОТАР-Медиа. – 2016. – 576 с.
16. Основы общей эпидемиологии. Эпидемиологическая диагностика / В. Н. Емельянов, А. А. Кузин, В. А. Вирко [и др.]. – Санкт-Петербург : Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, 2025. – 94 с.
17. Эпидемиологическая диагностика. Эпидемиологическое обследование очагов / В. Н. Емельянов, А. А. Кузин, В. А. Вирко [и др.]. – Санкт-Петербург : Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, 2025. – 96 с.
18. Эпидемиология социально значимых заболеваний / А. А. Кузин, В. Н. Емельянов, В. Н. Болехан [и др.]. – Санкт-Петербург : Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, 2025. – 93 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ КОФЕИНСОДЕРЖАЩИХ НАПИТКОВ

Никулина Ю.С., Тубаих Д.Д.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра фармакологии

Научный руководитель – к.м.н., доцент Полякова О.В.

Актуальность. В условиях роста потребления энергетических напитков, особенно среди молодежи, становится особенно актуальным изучение дозозависимых эффектов кофеина и его взаимодействия с другими компонентами таких напитков. Кроме того, индивидуальные различия в чувствительности к кофеину, обусловленные генетическими факторами и образом жизни, требуют дальнейшего изучения для разработки персонализированных рекомендаций по потреблению кофеина.

Цель исследования – провести систематический анализ доступной научной литературы для оценки эффективности и безопасности кофеинсодержащих напитков, включая анализ их влияния на когнитивные функции, сердечно-сосудистую систему, сон и психическое здоровье, с целью разработки научно обоснованных рекомендаций по их безопасному потреблению.

Материалы и методы исследования. Материально-теоретической базой исследования послужили статьи и научные публикации по заданной проблематике. В качестве методов исследования использовались контент-анализ, сравнительный анализ, обобщение данных из различных источников, дедуктивный и индуктивный методы.

Результаты исследования. Изучение эффективности кофеинсодержащих напитков выявляет не только их способность повышать когнитивные функции и улучшать физическую работоспособность, но и потенциальные риски, такие как нарушения сна, сердечно-сосудистые осложнения и тревожные расстройства. Это требует сбалансированного подхода к потреблению, а также разработки научно обоснованных рекомендаций, учитывающих индивидуальные особенности организма и позволяющих наслаждаться преимуществами кофеина, минимизируя при этом негативные последствия [1, 11-12].

Так, исследование В.В. Бессонова и Р.А. Ханферьяна [2] (2015) (n=3600) показало, что в РФ среднее суточное потребление кофеина составляет 344,9 мг для взрослых (18-44 лет), 225,8 мг для младших подростков (12-14 лет) и 256,6 мг для старших подростков (15-17 лет), при установленной в методических рекомендациях норме адекватного среднесуточного потребления кофеина в 50мг, при верхней границе допустимого уровня кофеина в 150мг/сут [9]. Эти данные заставляют ужаснуться. Но на самом ли деле кофеин оказывает вредоносное действие на организм человека?

Для ответа на данный вопрос необходимо рассмотреть влияние чрезмерного ежедневного употребления кофеинсодержащих напитков на различные физиологические системы организма, учитывая фармакокинетику и фармакодинамику этого психоактивного вещества.

Анализ научных публикаций [7-8] показывает, что у лиц с нормальным артериальным давлением употребление 2-3 и более чашек кофе может вызывать лишь незначительное повышение АД. У пациентов с пограничной или мягкой артериальной гипертензией возможно увеличение АД от 1-3 до 10-15 мм рт. Ст. (табл. 1).

Таблица 1 – Изменение показателей артериального давления после приема 2-3 чашек кофе (7г кофеина - 30мл напитка) у испытуемых с нормальным АД и пограничной или мягкой артериальной гипертензией

Исходный уровень артериального давления (АД)	Потребление кофе	Влияние на АД
Нормальное АД (систолическое и диастолическое)	2-3 и более чашек в день	Незначительное повышение
Пограничная или мягкая гипертензия (АД до 160/90 мм рт. ст.)	2-3 и более чашек в день	Повышение от 1-3 до 10-15 мм рт. ст.

Таким образом, влияние кофе на артериальное давление зависит от исходного уровня АД: у людей с нормальным АД эффект незначителен, тогда как у гипертоников возможно более выраженное повышение.

В научной работе Кароматова И. Д., рассматривавшего влияния избыточных количеств кофеина на состояние сердечно-сосудистой системы человека, было отмечено, что у здоровых людей умеренное потребление кофе (около 3-5 чашек в день) связано со снижением риска ИБС на 15%, при этом более высокое потребление не увеличивает этот риск. Потребление кофе не коррелирует с субклинической ИБС и обратно пропорционально смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в различных популяциях. Однако, употребление более 2 чашек эспresso в день может повысить риск ИБС. Также, исследования не выявили связи между потреблением кофе и артериальной фибрилляцией. Автор также пришел к выводу, что в целом, при отсутствии индивидуальной непереносимости, умеренное потребление кофе не является противопоказанием для пациентов с артериальной гипертензией и ишемической болезнью сердца [6, 14, 10].

Говоря о воздействии высоких доз кофеина на состояние нервной системы и когнитивные способности, обратимся к другому немаловажному исследованию. Согласно

публикации Зайцевой О. Е. [5] чрезмерное потребление кофеина может вызвать интоксикацию, проявляющуюся тахикардией, инсомнией, артериальной гипертензией, цефалгией, тиннитусом, бредовыми состояниями и гипертермией, что по всему видимому говорит о способности передозировки кофеином оказывать агрессивное воздействие как на ЦНС, так и на общую резистентность организма [4].

Однако в адекватных дозах, при разумном потреблении кофеинсодержащих напитков кофеин оказывает стимулирующее действие на ЦНС, оптимизируя когнитивные функции и сокращая время реакции, что приводит к ощущению бодрости и уменьшению усталости [6, 13]. На данный факт указывает и исследование Сиволапа Ю.П. и Дамулина И.В. [10], где доказано, что потребление кофе ассоциировано с более низкой заболеваемостью болезнью Паркинсона и уменьшением когнитивных нарушений при этом заболевании. Из вышесказанного следует, что антиоксидантные свойства кофейной и хлорогеновой кислот, содержащихся в кофе, могут играть роль в профилактике развития болезни Паркинсона [3, 14].

Выводы. Таким образом, воздействие кофеина на организм представляет собой сложный баланс между потенциальными рисками и преимуществами. С одной стороны, его стимулирующее влияние на сердечно-сосудистую систему, проявляющееся в кратковременном увеличении частоты сердечных сокращений и повышении артериального давления, требует осторожного подхода к употреблению напитков, содержащих кофеин, особенно лицам с гипертонией и нарушениями сердечного ритма. С другой стороны, кофеин может оказывать положительное воздействие, поэтому широко применяется в фармакологии. В целом, кофеин не является исключительно вредным веществом, как это часто представляется. При разумном и контролируемом употреблении он может оказывать определенную пользу, однако важно учитывать индивидуальные особенности организма и потенциальные противопоказания для минимизации рисков и достижения желаемых эффектов.

Список литературы

- Бессонов, В. В. Потенциальные побочные эффекты от потребления кофеина у здоровых взрослых, беременных женщин, подростков и детей (обзор зарубежной литературы) // В.В. Бессонов / Вопросы питания. – 2017. – Т. 86. – №. 6. – С. 21-28.
- Бессонов В.В. Кофеин в питании. Сообщение I. поступление с питанием и регулирование // В.В. Бессонов, Р.А. Ханферьян / Вопросы питания. – 2015. – №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kofein-v-pitanii-soobshchenie-i-postuplenie-s-pitaniem-i-regulirovanie> (дата обращения: 03.10.2025).
- Габибуллаева, М. Г. Свежий взгляд на кофеин // М.Г. Габибуллаева, И. В. Бирюкова / Наука среди нас. – 2018. – №. 4. – С. 78-80.
- Зайнуллин, Р. А. Кофе, кофеин и генетика человека // Р.А. Зайнуллин, Р.В. Кунакова, Е.Ю. Егорова / Пиво и напитки. – 2015. – № 6. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kofe-kofein-i-genetika-cheloveka> (дата обращения: 01.10.2025).
- Зайцева, О.Е. Должны потребители кофеин-содержащих напитков знать фармакокинетику кофеина? // О.Е. Зайцева/ Фундаментальные исследования. – 2015. – Т1. – С. 946-952.
- Кароматов И. Д. Кофе как лечебное и профилактическое средство – обзор литературы // И. Д. Кароматов, М. Б. Каримов // Биология и интегративная медицина. – 2019. – №3 (31). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kofe-kak-lechebnoe-i-profilakticheskoe-sredstvo-obzor-literatury> (дата обращения: 03.10.2025).
- Кукес, В. Г. Метаболизм лекарственных средств: клинико-фармакологические аспекты / В. Г. Кукес. – М.: Издательство «Реафарм», 2004. – 144 с.
- Масленникова, Г. Я. Повышает ли кофе уровни артериального давления? // Г. Я. Масленникова, М. Э. Богачек, В. Л. Габинский / КВТиП. – 2005. – №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshaet-li-kofe-urovni-arterialnogo-davleniya> (дата обращения: 03.10.2025).
- МР 2.3.1.1915-04 Методические рекомендации. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ.

10. Сиволап, Ю.П. Кофеин: полезное психоактивное вещество? // Ю.П. Сиволап, И. В. Дамулин/ Вопросы диетологии. – 2017. – Т. 7. – №. 1. – С. 42-46.
11. Blanchard, J. Comparative pharmacokinetics of caffeine in young and elderly men // Blanchard J., Sawers S. J. / Journal of Pharmacokinetics and Biopharmaceutics. – 1983. – Vol. 11, № 2. – P. 109–126.
12. Barcelos, R. P. Caffeine effects on systemic metabolism, oxidative-inflammatory pathways, and exercise performance // R. P. Barcelos, F. D. Lima, N. R. Carvalho, G. Bresciani, L. F. Royes/ Nutrition Research. – 2020. – Vol. 80. – P. 1-17. – DOI: 10.1016/j.nutres.2020.05.005.
13. Cappelletti, S. Caffeine: cognitive and physical performance enhancer or psychoactive drug? // S. Cappelletti, D. Piacentino, G. Sani, M. Aromatario / Current Neuropharmacology. – 2015. – Vol. 13, № 1. – P. 71-88. – DOI: 10.2174/1570159X13666141210215655
14. Wierzejska, R. Caffeine – common ingredient in a diet and its influence on human health // R. Wierzejska/ Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny. – 2012. – Vol. 63, № 2. – P. 141–147.

ВЛИЯНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР НА ФИЗИЧЕСКОЕ И ПСИХИЧЕСКОЕ ЗДОРОВЬЕ ПОДРОСТКОВ

Барыкин К.А., Новосельцев А.О.

ФГБОУ ВО Волгоградский государственный медицинский университет, кафедра общественного здоровья и здравоохранения

Научный руководитель: старший преподаватель кафедры биологии Реброва Д.Н.

Актуальность. В настоящее время интернет зависимость наблюдается у (49%) [1] пользователей, среди которых, в основной массе учащиеся-подростки (79%) [2]. Значение здоровья заключается в том, что оно служит фундаментом для жизнедеятельности человека. Наличие хорошего здоровья обеспечивает возможности для продуктивной деятельности, успешной социальной интеграции и личностной самореализации. ПОЧЕМУ подростки так зависимы от технологий? Как зависимость влияет на здоровье? Игровой процесс вызывает выброс «гормона удовольствия», формируя привыкание, помогает избежать проблем в школе, семье или от скуки. Влияние на здоровье: со стороны психического здоровья наблюдается рост тревожности, раздражительности и эмоциональной неустойчивости. Значительно страдает успеваемость из-за снижения концентрации внимания и нарушения памяти. Физическое здоровье ухудшается из-за постоянных болей в спине и шее. Формируются нездоровые привычки такие, как хроническое недосыпание и нерегулярное питание. Все понимают ценность здоровья, однако далеко не все стремятся сохранять и оберегать эту ценность. В современном обществе одним из факторов, разрушающих здоровье ребенка, является компьютеризация. У многих детей наблюдается компьютерная зависимость. С одной стороны, виртуальный мир дает невероятные возможности для образования, общения, интересного досуга. Но с другой, многие специалисты ставят вопросы о влиянии компьютерных игр на психику детей. Конечно, не стоит валить любые проблемы в поведении детей на влияние компьютерных игр. Обеспокоенность вызывает не только тот факт, что у некоторых детей и подростков развивается зависимость от игр и компьютера, но и сложность оценки влияния виртуального мира на развитие ребенка. Поколение, которое воспринимает виртуальный мир как основной, пока еще не достигло зрелости и не проявило себя в роли взрослых, на которых лежат серьезные обязательства.

Цель исследования – провести исследование влияния компьютерных игр на состояние психического и физического здоровья детей среди учащихся 9-х классов.

Материалы и методы исследования. Способ скрининговой диагностики компьютерной зависимости [3], проведенный на обучающихся 9-ых классов МОУ Лицей №6.

Результаты исследования. С помощью вышеуказанной диагностики было выявлено, что у 6% (1) опрошенных мальчиков 0 % риска развития компьютерной зависимости, у 69% (11) стадия увлечения, у 19% (3) выявлен риск развития компьютерной зависимости, у 6% (1) наличие компьютерной зависимости 37% (6) девочек утверждают, что не пользуются ком-

пьютером, у 6% (1) 0% риска развития компьютерной зависимости, у 20% (3) стадия увлечения, у 37% (6) риск развития компьютерной зависимости.

Выводы. Проведенное исследование показало, что среди девятиклассников преобладают различные стадии вовлеченности в компьютерную деятельность. У большинства мальчиков диагностирована стадия увлечения, что требует профилактики для недопущения перехода в зависимость. Среди девочек, несмотря на высокий процент не пользующихся компьютером, у значительной части выявлен риск развития зависимости, что указывает на необходимость раннего формирования у них культуры использования цифровых устройств.

Список литературы

1. RGRU: новостной сайт. – URL: <https://rg.ru/2025/01/23/issledovanie-do-poloviny-rossiian-zavisimy-ot-gadzhetov.html> (дата обращения: 23.01.2025).
2. Взрослые и дети в интернете: аналитический отчет// kids.kaspersky – URL: https://kids.kaspersky.ru/files/KIDS_Report_RU_2022_final_UPD.pdf (год публикации: 2022)
3. Скрининговая диагностика компьютерной зависимости по методике Л.Н. Юрьевой и Т.Ю. Болбоот

НОВЫЕ ПОКОЛЕНИЯ СИСТЕМ ДОСТАВКИ ПРЕПАРАТОВ ПРИ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА

Орлова Д.Д., Лазарева И.А.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра фармакологии

Актуальность. Болезнь Альцгеймера (БА) в настоящее время является одной из наиболее весомых и острых как медицинских, так и социальных проблем общества в связи с прогрессирующим старением населения и огромной ежедневной нагрузкой на нервную систему человека. Несмотря на многообразие экспериментальных моделей и фармакологических подходов, существующие методы терапии, такие как ингибиторы холинэстеразы и мемантин, обладают ограниченной эффективностью и не способны существенно замедлить прогрессирование заболевания. Одной из ключевых проблем является преодоление гематоэнцефалического барьера, ограничивающее поступление лекарственных средств (ЛС) в клетки головного мозга. В связи с этим разработка новых систем доставки препаратов, обеспечивающих их целенаправленное воздействие и повышение биодоступности, является крайне актуальной [1, 3].

Цель исследования – изучение современных систем доставки препаратов для терапии болезни Альцгеймера, оценка их эффективности использования во врачебной практике на основе анализа экспериментальных и клинических данных.

Материалы и методы исследования. Анализ научной литературы в виде статей и тезисов, также включая обзоры экспериментальных моделей БА, исследования фармакологических агентов и систем доставки. Использованы данные доклинических исследований на животных моделях, in vitro и in vivo, а также клинические наблюдения.

Результаты исследования. Исходя из недавних исследований доставки препаратов для терапевтического воздействия при болезни Альцгеймера, удалось обнаружить несколько систем доставки препаратов:

1. *Интраназальная доставка.* В исследовательской работе о тетрапептиде KK-1 (acetyl-(D-Lys)-Lys-Arg-Arg-amide) продемонстрирована эффективность интраназального введения для преодоления гематоэнцефалического барьера. Пептид KK-1 проявлял ноотропные и нейропротекторные свойства на модели скополамин-индуцированной болезни Альцгеймера у экспериментальных животных – крыс. Пептид KK-1 превосходит по эффективности донепезил, тем самым подтверждая потенциал пути введения ЛС на слизистую оболочку носа (интраназально), как средства доставки лекарственных средств в ЦНС [1, 5].
2. *Пептидные системы доставки.* Пептиды, такие как KK-1 и семакс, проявляют способность модулировать нейротрофические факторы и синаптическую пластичность. Их низкая

молекулярная масса и способность к видоизменению позволяют создавать соединения с улучшенными свойствами [4, 5].

3. *Наночастицы и липосомы.* При проведении экспериментов как в лабораторных условиях, так и на экспериментальных животных, показано, что использование липосом и полимерных наночастиц приводит к повышению биодоступности и селективности действия препаратов, к примеру, изолирование антиамилоидных агентов при помощи капсулы из наночастиц помогает снизить их токсичность и увеличить концентрацию в мозге [2].

4. *Таргетинг на ионные каналы.* Исследования производных пиперазинов, нацеленных на каналы TRPC6, выявили их потенциал в восстановлении кальциевого постоянства и синаптической работы, однако существующие препараты на основе пиперазина (арипипразол, перфеназин) не показали высокой эффективности, подтверждая необходимость разработки более специфических и действенных систем доставки [6].

5. *Иммуномодулирующие системы.* Модели на основе липополисахаридов и полирибоцитидиловой кислоты показывают способность к активации процессов нейровоспаления – ключевой части патогенеза болезни Альцгеймера – посредством постоянного и долгого введения липополисахаридных препаратов и введению беременной самке мыши синтетического аналога вирусного РНК для создания у ее потомства хронических воспалений в мозге, практически полностью воссоздающих патогенетическую картину БА. Системы доставки, нацеленные на иммунные клетки мозга, могут стать перспективным направлением для изучения и выведения терапии когнитивных расстройств [3].

Выводы. Исходя из представленной выше информации о проведенных исследованиях, способствующих развитию систем доставки ЛС и терапии болезни Альцгеймера, можно сказать, что: интраназальная доставка препаратов является перспективным методом преодоления ГЭБ и обеспечения таргетной терапии; пептидные комплексы и наночастицы позволяют улучшить фармакокинетику, снизить побочные эффекты препаратов. В свою очередь таргетинг на специфические молекулярные мишени, такие как TRPC6-каналы, требует дальнейшей оптимизации для повышения селективности действия. В конечном итоге, при комбинировании различных систем доставки может усилить эффективность терапии и замедлить прогрессирование болезни Альцгеймера.

Список литературы

1. Баширзаде, А. А. Экспериментальное исследование эффектов индукторов аутофагии (рапамидина и трегалозы) в терапии когнитивных нарушений у мышей на фармакологической модели болезни Альцгеймера / А. А. Баширзаде // МНСК-2020. Биология : Материалы 58-й Международной научной студенческой конференции, Новосибирск, 10–13 апреля 2020 года. – Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2020. – С. 122.
2. Вопросы терапии умеренных когнитивных нарушений / Л. А. Щепанкевич, И. А. Грибачева, Т. Ф. Попова [и др.] // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2022. – Т. 14, № 6. – С. 110-114.
3. Дорофейкова, М. В. Экспериментальные модели когнитивных нарушений при нейродегенеративных и органических расстройствах / М. В. Дорофейкова, Н. Н. Петрова, А. Ю. Егоров // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2020. – Т. 106, № 2. – С. 157-175.
4. Колыхалов, И. В. Глутаматергическая терапия болезни Альцгеймера / И. В. Колыхалов // Фарматека. – 2015. – № S3. – С. 44-49.
5. Ноотропные свойства тетрапептида acetyl-(D-Lys)-Lys-Arg-Arg-amide (KK-1) на модели болезни Альцгеймера у крыс, обусловленной хроническим введением скополамина / Р. Д. Дейко, С. Ю. Штрыголь, Т. В. Горбач [и др.] // Клиническая фармация. – 2016. – Т. 20, № 4. – С. 52-61.
6. Производные дизамещенных пиперазинов, агонисты trpc6 каналов, демонстрируют нейротекторные свойства в *in vitro* модели болезни альцгеймера / Е. А. Попугаева, Д. М. Ме-

лентьева, Н. И. Зернов [и др.] // Сборник трудов XXV научной школы-конференции молодых ученых по физиологии высшей нервной деятельности и нейрофизиологии : Материалы школы-конференции, Москва, 27–28 октября 2021 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Квант Медиа», 2021. – С. 251-256.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТНЫХ РАСТВОРОВ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВОДНО-СОЛЕВОГО БАЛАНСА ПОСЛЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Петрова А.С., Петрова П.В.

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Введение. Гомеостаз – это способность организма поддерживать относительное постоянство внутренней среды, несмотря на внешние изменения. Сюда входит регуляция температуры тела, уровня сахара, кислотно-щелочного состояния и, конечно, водно-солевого баланса. Последний играет особенно важную роль, поскольку от него зависит работа нервной и мышечной систем, нормальное кровообращение и транспорт питательных веществ [4].

Во время физической активности организм активно теряет воду через потоотделение, вместе с которой уходят и электролиты – натрий, калий, магний и хлориды. Эти ионы регулируют осмотическое давление, участвуют в проведении нервных импульсов и сокращении мышц [3]. Если потери не восполнить, наступает обезвоживание: ухудшается концентрация внимания, повышается утомляемость, может появиться головокружение и судороги.

Большинство людей после тренировки или физической работы ограничиваются обычной водой, считая, что этого достаточно. Однако вода без солей может не удерживаться в организме, а в ряде случаев даже усиливает выведение электролитов. Поэтому всё чаще в спортивной и медицинской практике применяются специальные электролитные растворы. Они содержат сбалансированное количество ионов, что позволяет быстрее восстановить гомеостаз и улучшить самочувствие [1, 2].

Несмотря на широкое распространение таких напитков, реальный эффект от их употребления нередко воспринимается скептически – особенно если речь идёт не о дорогих спортивных продуктах, а о простых домашних растворах. В связи с этим интерес представляет изучение влияния электролитных напитков на восстановление организма после физической нагрузки в бытовых условиях.

Актуальность. Поддержание водно-солевого баланса – один из ключевых факторов нормального функционирования организма. Даже лёгкое обезвоживание может привести к снижению концентрации внимания, ухудшению физической выносливости и общему чувству усталости. Особенно остро проблема проявляется при физической нагрузке, когда вместе с потом теряются не только вода, но и важные электролиты – натрий, калий, магний. Многие считают, что после тренировки достаточно просто попить воды, однако без восполнения солей жидкость не всегда усваивается эффективно. Поэтому интересно понять, действительно ли электролитные растворы помогают быстрее восстановить баланс и как заметно это ощущается на уровне самочувствия и физиологических показателей.

Цель исследования. Оценить влияние электролитных растворов на восстановление водно-солевого баланса организма после физической нагрузки и сравнить эффект с употреблением обычной воды.

Материалы и методы исследования. В исследовании приняли участие 8 добровольцев в возрасте от 18 до 22 лет, не имеющих хронических заболеваний. Все испытуемые выполняли одинаковую нагрузку – 25 минут умеренного кардиотренинга (бег на месте и приседания в чередовании). После этого участники были разделены на две группы:

- Группа 1 (контрольная) – пила только обычную воду;
- Группа 2 (опытная) – употребляла электролитный раствор (вода 500 мл + 1/4 ч. л. соли + 1 ч. л. сахара + 1 ч. л. лимонного сока).

У всех участников до и после восстановления измерялись:

- частота сердечных сокращений (ЧСС),
- артериальное давление,
- масса тела (для оценки потери жидкости),
- субъективное ощущение усталости по 10-балльной шкале.

Данные фиксировались сразу после тренировки и спустя 30 минут отдыха.

Результаты исследования. После тренировки у всех участников отмечалось учащение пульса и лёгкое падение артериального давления. Средняя потеря массы тела составила около 0,4 кг, что соответствует потере жидкости с потом.

Через 30 минут восстановления выявились следующие тенденции:

- В контрольной группе ЧСС снизилась с 128 до 92 уд/мин, давление составило в среднем 108/68 мм рт. ст., субъективная усталость – 6,8 балла. Многие участники отмечали сухость во рту и лёгкую головную боль.
- В опытной группе, принимавшей электролитный раствор, ЧСС снизилась с 130 до 84 уд/мин, давление нормализовалось до 114/72 мм рт. ст., а уровень усталости оценивался в среднем как 4,3 балла. Участники описывали самочувствие как «ощутимо бодрее» и отмечали, что восстановление происходило быстрее.

Масса тела после отдыха у первой группы снизилась в среднем на 0,38 кг, тогда как во второй – на 0,25 кг, что может указывать на более эффективное удержание жидкости при употреблении электролитов.

Таким образом, наблюдалась явная разница между результатами двух групп – как по объективным показателям, так и по субъективным ощущениям. Даже простой электролитный раствор оказал заметное положительное влияние на восстановление организма после нагрузки.

Выводы. Результаты проведённого исследования подтверждают, что электролитные растворы способствуют более эффективному восстановлению водно-солевого баланса после физической нагрузки. Они помогают быстрее нормализовать показатели сердечно-сосудистой системы, снижают ощущение усталости и предотвращают избыточную потерю жидкости.

Практическая ценность работы заключается в том, что для восстановления организма не требуется дорогих спортивных напитков – достаточно простого раствора, который можно приготовить дома из подручных ингредиентов.

Регулярное использование электролитных напитков после физической активности может быть полезным способом профилактики обезвоживания, особенно в жаркое время года или при интенсивных тренировках.

Список литературы

1. Бойко, Е.А. Питание и диета для спортсменов / Е.А. Бойко. - М.: Вече, 2006. - 176 с.
2. Добрин, Н.А. Питание для спортсменов / Н.А. Добрин. - М.: Человек, 2010. - 194 с.
3. Мартинчик, А.Н. Общая нутрициология: учебное пос. / А.Н. Мартинчик, И.В. Маев, О.О. Янушевич. - М.: МЕДпресс-информ, 2005. - 392 с.
4. Парастаев С.А. Регидратация при занятиях физической культурой и спортом // РАСМИРБИ. - 2007. - № 3. - С. 17-18.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ В ТЕРАПИИ ВИЧ-ИНФЕКЦИИ

Печенская Д.М., Лазарева И.А.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра фармакологии

Актуальность. ВИЧ-инфекция остается одной из наиболее значимых медико – социальных проблем глобального здравоохранения. Высокая изменчивость вируса иммунодефицита человека и его способность развивать резистентность к противовирусным препаратам долгое время были основными препятствиями на пути к эффективному контролю над инфекцией. Исторически сложившаяся монотерапия быстро доказала свою несостоятельность, уступив место высокоактивной антиретровирусной терапии (ВААРТ), подразумевающей одновременный прием нескольких препаратов. Однако переход на многокомпонентную терапию породил новые вызовы: полипрагмазию, снижение приверженности лечению из-за необходимости приема большого количества таблеток в разное время суток, рост риска нежелательных лекарственных реакций и лекарственных взаимодействий. Выходом из этой ситуации стало создание фиксированных комбинаций препаратов (ФКП), объединяющих несколько активных веществ в одной таблетке. Применение таких комбинированных лекарственных форм является ключевым для оптимизации лечения ВИЧ-инфекции и улучшения качества жизни пациентов [1].

Цель исследования. Проанализировать и обобщить научные данные, подтверждающие эффективность, безопасность и фармакоэкономическую целесообразность применения комбинированных лекарственных форм в рамках антиретровирусной терапии ВИЧ-инфекции.

Материалы и методы исследования. В ходе исследования был проведен систематический анализ научной литературы с последующим сравнительным изучением данных и их статистической обработкой.

Результаты исследования. Современное лечение ВИЧ-инфекции основано на принципах высокоактивной антиретровирусной терапии (ВААРТ), которая включает одновременный прием не менее трех препаратов из разных классов. Такой подход позволяет блокировать размножение вируса на нескольких этапах, что значительно снижает риск развития резистентности [3]. Развитие антиретровирусной терапии привело к созданию фиксированных комбинированных препаратов (ФКП), которые объединяют несколько действующих веществ в одной таблетке. Основное преимущество ФКП – улучшение приверженности лечению. Исследования показывают, что переход на режим однократного приема одной таблетки (режим «single-tablet regimen») достоверно увеличивает число пациентов с неопределяемой вирусной нагрузкой [1]. Это напрямую связано с упрощением режима дозирования, что особенно важно для долгосрочной, пожизненной терапии.

Безопасность ФКП подтверждена клиническими исследованиями. Современные ФКП, такие как комбинации на основе элвитагавира, кобицистата, эмтрицитабина и тенофовира, или рилпивирин, эмтрицитабина и тенофовира, демонстрируют сопоставимую эффективность с раздельным приемом препаратов и предсказуемый, управляемый профиль нежелательных реакций [1].

В педиатрической практике применение комбинированных форм позволило достичь неопределяемого уровня РНК ВИЧ у 85,7% детей через 12 месяцев лечения, а также значительного увеличения количества CD4+ - лимфоцитов, что указывает на восстановление иммунитета [1].

Использование ФКП также демонстрирует фармакоэкономические преимущества. Например, терапия комбинацией эмтрицитабин, рилпивирин, тенофовир снижает прямые медицинские затраты по сравнению с лечением отдельными препаратами [2].

Выводы. Применение комбинированных лекарственных форм в терапии ВИЧ-инфекции соответствует принципам высокоактивной антиретровирусной терапии.

Ключевым преимуществом фиксированных комбинаций является значительное повышение приверженности пациентов лечению за счет упрощения режима дозирования (пе-

реход на однократный прием одной таблетки), что напрямую влияет на достижение и поддержание вирусологической супрессии.

Список литературы

1. Еременко Н. Н., Губенко А. И., Зебрев А. И., Лысикова И. В. Современные подходы в лечении ВИЧ-инфицированных больных // Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. – 2014. – № 2. – С. 40-45.
2. Рудакова А. В., Мешков Д. О., Серебряков Е. М. Фармакоэкономические аспекты терапии вируса иммунодефицита с использованием фиксированной комбинации высокоактивной антиретровирусной терапии (эмтрицитабин/ рилпивирин/тенофовир) // Инфекционные болезни: Новости. Мнения. Обучение. – 2014. – № 2 (7). – С. 89-97.
3. Симованьян Э. Н., Денисенко В. Б. Эффективность применения комбинированной терапии у детей с ВИЧ-инфекцией // Педиатрическая фармакология. – 2010. – Т. 7, № 2. – С. 41-45.

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

Полякова А.А., Лазарева И.А.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра фармакологии

Актуальность. В современной фармакологии системы доставки лекарственных средств (ЛС) занимают важнейшее место в обеспечении эффективной и безопасной терапии. Они представляют собой комплекс технологий и материалов, позволяющих вводить активные вещества в организм с контролируемыми характеристиками, такими как темп высвобождения, место действия и целевая доставка. Эффективные системы доставки позволяют повысить биодоступность лекарственных средств, снизить частоту дозирования и минимизировать нежелательные побочные реакции. В условиях развития персонализированной медицины и увеличения числа хронических заболеваний возникает острая необходимость в специальных системах, которые позволяют контролировать фармакокинетику и фармакодинамику, обеспечивая максимально эффективное и безопасное лечение. Разработка и внедрение новых систем доставки лекарственных средств являются ключевыми направлениями современного фармацевтического прогресса [3].

Цель исследования – комплексное изучение современных систем доставки лекарственных веществ, включая технологии модифицированного высвобождения, быстрорастворимые формы и нанотехнологические наносистемы, с целью оценки их эффективности, безопасности и возможностей оптимизации фармакотерапии.

Материалы и методы исследования. Для достижения поставленной цели были использованы следующие методы: анализ научной литературы по теме исследования; сравнительный анализ различных систем доставки ЛС; моделирование фармакокинетических параметров для оценки эффективности систем доставки; статистическая обработка полученных данных.

Результаты исследования. В результате исследования были получены следующие результаты: Пероральные системы доставки лекарственных средств с модифицированным высвобождением представляют собой важное направление современной фармации, позволяющее контролировать скорость, место и продолжительность высвобождения активных веществ. Такие формы повышают эффективность терапии, увеличивают биодоступность и безопасность препаратов, уменьшают частоту приема, обеспечивают стабильные концентрации в крови и снижают риск побочных эффектов. Их разработка требует учёта фармакологических свойств лекарственного средства и физиологических особенностей ЖКТ, что особенно важно при использовании сульфасалзина, варфарина, дигоксина и других лекарств, требующих точного контроля концентрации и снижения риска взаимодействий [2]. Быстрорастворимые лекарственные формы создаются для облегчения приема у пациентов с трудностями глотания, таких как пожилые люди, дети и лежачие больные. Они растворяются в полостях

ти рта в течение нескольких секунд без запивания, что повышает удобство и биодоступность. Эти формы могут всасываться через слизистую полости рта или проглатываться, обеспечивая быстрое начало действия и эффект. В производстве используют технологии лиофилизации, гранулы с оболочками, носители и покрытия для маскировки вкуса и замедленного высвобождения. Важные аспекты при разработке – стабильность, вкус и обучение пациентов правильному приему. Новые разработки включают быстрорастворимые пленки и сублингвальные формы для системного или локального действия, учитывающие свойства слизистой рта и особенности терапевтической необходимости. Примером лекарственного средства пероральной системы доставки с модифицированным высвобождением является метформин. Трансдермальные системы доставки лекарств с использованием нанотехнологий представляют собой перспективное направление для повышения проницаемости кожи и эффективности медикаментозного лечения. Основная идея заключается в применении наночастиц, таких как липосомы, ниосомы и другие наноносители, обладающих высокой способностью преодолевать кожный барьер, особенно роговой слой эпидермиса. Эти наносистемы могут быть специально адаптированы для транспортировки лекарственных веществ прямо в кровоток, минуя желудочно-кишечный тракт, что особенно важно для препаратов, нестабильных в желудочной среде или с коротким периодом полувыведения. Использование нанотехнологий позволяет повысить устойчивость и эффективность средств, а также снизить побочные реакции и расширить возрастные границы их применения [1]. Таким образом, трансдермальные наносистемы открывают новые возможности для более безопасного, эффективного и удобного введения лекарств. Примером лекарственного средства, доставляемого с помощью трансдермальных нанотехнологических систем, является никотин – для лечения никотиновой зависимости, где трансдермальные пластыри с нанотехнологией улучшают проницаемость кожи и позволяют более равномерно доставлять никотин в организм, снижая симптоматику отмены. В качестве второго примера можно отнести первый в мире контрацептивный препарат в форме трансдермального пластыря – Евра, содержащий комбинацию прогестерона норэтилгестромина и эстрогена.

Выводы. На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что современные системы доставки лекарств, такие как препараты с модифицированным высвобождением, быстрорастворимые формы и нанотехнологии, значительно повышают эффективность, безопасность и комфорт терапии. Они позволяют контролировать концентрацию лекарства, улучшать биодоступность и избегать побочных эффектов. Развитие этих технологий открывает новые возможности для персонализированной и безопасной медицины.

Список литературы

1. Трансдермальная доставка лекарственных средств с применением глубоких эвтектических раствориелей / С. М. Гирей, К. А. Теплых, К. Д. Башмакова, А. Д. Бурундуковская // Студенческая наука - 2024: Материалы Всероссийского научного форума студентов с международным участием, Санкт-Петербург, 18–19 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, 2024. – С. 1204.
2. Новые подходы к повышению эффективности нестероидных противовоспалительных средств с использованием наноразмерных систем доставки / Н. Э. Поляков, С. В. Валиулин, А. А. Онищук, Т. Г. Толстикова // Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова. – 2020. – Т. 12, № 2. – С. 79-85.
3. Патент № 2440126 С2 Российская Федерация, МПК А61К 36/02, А61Р 43/00. Пероральное средство доставки для системных лекарственных средств: № 2008114622/15: заявл. 22.09.2006; опубл. 20.01.2012 / К. Э. Александр; заявитель ПБЛ МЭНЬЮФЕКЧЕРИНГ ЛИМИТЕД.

РЕГЕНАТОРНЫЕ (РЕГЕНЕРАТИВНЫЕ) МЕХАНИЗМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МИОКАРДА

Бородулин В.П., Бородулин Р.П.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра патологической анатомии

Научный руководитель – к.м.н, ст. преподаватель Есипова Е.А.

Восстановление миокарда характеризуется восстановлением нормальной структуры и функций сердца после травмы. Первоначально пораженный миокард не функционирует в силу патофизиологических причин, вызванных ишемией-реперфузией. Однако в течение нескольких часов или дней может наблюдаться частичное или даже полное восстановление функции миокарда. Частичное восстановление функции миокарда обычно наблюдается у пациентов, у которых сердечная недостаточность оптимально лечится медикаментозно с помощью ингибиторов ангиотензинпревращающего фермента, антагонистов рецепторов ангиотензина, бета-адренергических антагонистов и антагонистов альдостерона. Механизмы восстановления миокарда включают восстановление и адаптацию структуры и функции миоцитов, активность и количество митохондрий, метаболический гомеостаз, электрофизиологическую стабильность, ремоделирование внеклеточного матрикса, и перфузию миокарда [2].

Регенерация миокарда может играть важную роль в восстановлении миокарда. Регенерация миокарда включает в себя образование новой ткани миокарда, процесс, который ограничен у взрослых людей, но может быть усилен с терапевтической точки зрения. Регенерация миокарда может включать в себя пролиферацию миоцитов, ангиогенез и образование внеклеточного матрикса и может быть усилена за счет резидентных или циркулирующих стволовых клеток [3]. Кроме того, инфильтрирующие макрофаги способствуют устранению воспаления и модулируют образование внеклеточного матрикса, и усиливают пролиферацию миоцитов и сосудистых клеток. Экспериментальные попытки терапевтического усиления регенерации миокарда включают внутрисосудистое или интрамиокардиальное введение стволовых клеток человека, использование малых молекул или генетической терапии для стимуляции пролиферации миоцитов и использование биоинженерных тканей [4].

Регенерация миокардиальной ткани после повреждения не наблюдается в сердце взрослого человека. Напротив, такая регенерация после повреждения наблюдается у низших позвоночных. Более того, регенерация миокарда может наблюдаться у млекопитающих на ранней стадии развития (например, у мышей и свиней в послеродовом периоде) [11].

Сохранение миокарда после травмы и на протяжении всего периода ремоделирования уменьшает долгосрочные повреждения и сердечную дисфункцию. Инфаркт миокарда поражает структуру левого желудочка, что приводит к потере функциональной ткани, что приводит к ишемическим осложнениям (стенокардия, дополнительные инфаркты, расширение инфаркта), механическим (сердечная недостаточность, гипертрофия сердца, дисфункция клапанов, аневризмы и разрыв сердечной) или аритмическим (эктопический сердечный ритм, дисфункция синусового узла и дисфункция атриовентрикулярного узла). Сохранение функций тканей и клеток крайне важно для поддержания функциональности сердца, поскольку задействовано множество сигнальных путей, влияющих на выживаемость [8]. Выживаемость кардиомиоцитов имеет решающее значение для сохранения гемодинамических показателей миокарда и ограничения ремоделирования с сопутствующим фиброзом и рубцеванием. В выживании кардиомиоцитов участвуют множественные сигнальные пути, которые функционируют посредством механизма, связанного с ингибированием старения, уменьшением воспаления, обеспечивающего образование новых миоцитов, а также ангиогенез и васкуляризацию здоровой сердечной ткани [10].

Кардиомиоциты взаимодействуют несколькими путями, включая щелевые соединения, адгезивные комплексы и факторы секреции [9]. Секретом кардиомиоцитов влияет на гемодинамику, регулируя сосудистый тонус и кровоток посредством сужения сосудов, расширения сосудов или развития и долгосрочного роста коронарных сосудов в качестве адаптации к стрессу. Кроме того, эндотелий влияет на реакцию кардиомиоцитов посредством па-

ракринных сигналов, включая нейрегулин, для защиты от ишемического или реперфузионного повреждения. Прямое взаимодействие с белками щелевых соединений семейства коннексинов обеспечивает прохождение ионов и небольших растворенных веществ, контролирующее проведение импульсов. Щелевые соединения подвергаются ремоделированию во время гипертрофии миокарда, характеризующейся изменениями фосфорилирования и латерализацией за счет интеркалированных дисков [6].

За немногим более десяти лет, прошедших с тех пор, как была выдвинута революционная концепция о том, что человеческое сердце не является постмитотическим органом, неспособным к регенерации и восстановлению, был достигнут значительный прогресс. Регенерация тканей и восстановление органов, задокументированные и принятые в лабораторных условиях у нескольких видов низших позвоночных, побудили исследователей задуматься о том, можно ли повторить подобные процессы в условиях млекопитающих [7]. Некогда общепризнанная догма о том, что сердце млекопитающих является постмитотическим органом, не обладающим потенциалом к регенерации, была разрушена лавиной новых исследований. Хотя никто не мог утверждать, что этот процесс у взрослых млекопитающих был столь же эффективен, как и у некоторых низших позвоночных, были проведены некоторые провокационные параллели между ранним пре- и послеродовым развитием и сохранением способности к регенерации [8]. Таким образом, основное внимание исследователей по-прежнему сосредоточено на том, что присутствует в зарождающемся развивающемся миокарде и что теряется при созревании в раннем возрасте. В то же время приверженцы регенеративных видов, которые сохраняют способность к восстановлению миокарда на протяжении всей жизни, стремятся идентифицировать те молекулярные и клеточные механизмы, которые сохранились у низших позвоночных и которые исчезают или становятся латентными у млекопитающих. Молекулярный контроль поведения клеток, по-видимому, является ключевым, но регулирование регенеративного потенциала клеток *in vivo* оказалось гораздо более тонким и сложным процессом [3]. Прогресс в разработке эффективных инновационных решений, влияющих на здоровье человека, был медленным, но важно признать, что концепция регенерации миокарда млекопитающих появилась вскоре после начала века и обеспечила высокую отдачу от инвестиций благодаря расширению знаний и инновационным подходам.

Список литературы

1. Агладзе, К. И. Клеточные технологии в регенеративной медицине сердца: основные проблемы и пути развития / К. И. Агладзе // Альманах клинической медицины. – 2019. – Т. 47, № 7. – С. 623-629.
2. Бородулин, В. П. Регенерация клеток эпителия кишечника / В. П. Бородулин, Р. П. Бородулин // Интегративные тенденции в медицине и образовании. – 2023. – Т. 2. – С. 9-13.
3. Габриянич, М. А. Регенеративные возможности миокарда. Новая парадигма / М. А. Габриянич // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – № 35. – С. 2743-2751.
4. Есипова, Е. А. Гипертрофическая кардиомиопатия как генетическое заболевание сердца / Е. А. Есипова, В. П. Бородулин, Р. П. Бородулин // Актуальные вопросы сердечно-сосудистой хирургии : Сборник научных трудов по материалам II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Курск, 21 марта 2025 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2025. – С. 24-27.
5. Есипова, Е. А. Морфологические формы доброкачественных опухолей сердца / Е. А. Есипова, В. П. Бородулин, Р. П. Бородулин // Первые шаги в науке : Материалы IV Всероссийской студенческой научной конференции, Курск, 20 ноября 2024 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2024. – С. 41-44.
6. Есипова, Е. А. Сердечный амилоидоз как составляющая рестриктивной кардиомиопатии / Е. А. Есипова, В. П. Бородулин, Р. П. Бородулин // Актуальные вопросы сердечно-сосудистой хирургии : Сборник научных трудов по материалам II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Курск, 21 марта 2025 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2025. – С. 13-15.

7. Регенерация перирубцовой зоны миокарда при комбинированной реваскуляризации (лазер плюс клетки) на модели хронической ишемической болезни сердца / П. М. Ларионов, А. М. Чернявский, В. Ю. Бондарь [и др.] // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2009. – № 3. – С. 83-85.
8. Ротмистровская, Е. Г. Сердечный метаболизм и нарушения функции сердца / Е. Г. Ротмистровская, В. П. Бородулин, Р. П. Бородулин // От молекулы к системной организации физиологических функций : Материалы научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти члена-корреспондента РАМН, профессора А.В. Завьялова, Курск, 18–19 апреля 2024 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2024. – С. 68-70.
9. Салимова, Х. А. Участие стволовых клеток в регенерации сердца / Х. А. Салимова, М. С. Чувашкина // Молодежь и наука: результаты и перспективы : Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов и молодых учёных с международным участием, Саратов, 30 ноября 2022 года. – Саратов: Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского, 2022. – С. 102-104.
10. Харченко, В. В. Механизм работы сердца: эффективность цикла / В. В. Харченко, Р. П. Бородулин // Интегративные тенденции в медицине и образовании. – 2024. – Т. 1. – С. 190-192.
11. Broughton KM, Wang BJ, Firouzi F, Khalafalla F, Dimmeler S, Fernandez-Aviles F, Sussman MA. Mechanisms of Cardiac Repair and Regeneration. Circ Res. 2018 Apr 13;122(8):1151-1163. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.117.312586. PMID: 29650632; PMCID: PMC6191043.

АСКОРБИНОВАЯ КИСЛОТА – ЭЛЕМЕНТ ГОМЕОСТАЗА В СИНОВИАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ

Разинькова Е.М., Ямпольский Л.М.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра общей и биорганической химии

Научный руководитель – д.ф.н., профессор Будко Е.В.

Актуальность. Количество и разнообразие заболеваний суставов, приводящих к деформирующим последствиям, растет быстро. На сегодняшний день проблема гомеостаза синовиальной жидкости упирается в изучение химического состава синовиальной жидкости, что позволяет глубже понять особенности ее функционирования в норме и патологии, сформировать представление о ее возможностях в свете регенерации прилегающих суставных поверхностей.

Цель исследования. Изучение буферных свойств аскорбиновой кислоты.

Материалы и методы исследования: контент-анализ, эксперимент, наблюдение, измерение, описание, структурный и логический анализы, методы обобщения и систематизации.

Результаты исследования. С точки зрения химического состава синовиальной жидкости особое внимание привлекает аскорбиновая кислота, присутствие которой в составе установлено [2], причем в форме двух *равновесных* сопряженных с ней структур: ее одноосновной соли и окисленной формы – дегидроаскорбиновая кислота.

Понятно, что аскорбиновая кислота, рН водных растворов которой (in vitro) в районе 2-3 единиц, не может присутствовать в составе синовиальной жидкости (рН 7,74) в *молекулярной форме*. Выступая как одноосновная кислота, она создает равновесную соль – аскорбат. Соли формируются в основном с натрием, но также и с катионами других щелочных и/или щелочноземельных металлов, таких как калий, кальций, магний, а также кремний и другие [5,3]. Следствием формирования солей является рН буферной системы синовиальной жидкости с 7,5-7,6, во-первых, благодаря выходу в матрикс ионов водорода, а во-вторых, из-за связывания катионов. Т.О. происходит сдерживание колебаний кислотно-основного равновесия среды и изменения гомеостаза. Такое поведение структур говорит в пользу буферного взаимодействия, то есть системы кислотно-основного равновесия, стабилизирующей рН

синовиальной жидкости на физиологическом уровне. Кроме того, аскорбат натрия способен выступать в качестве антиоксиданта, защищая структурные элементы сустава от повреждений свободными радикалами, проявляя противовоспалительные свойства за счет снижения уровня провоспалительных цитокинов, подавляя простагландины и лейкотриены, в том числе, при артрите; участвует в синтезе коллагена – структурного компонента суставных элементов, легче усваивается тканями сустава, чем молекулярная форма, является запасающей формой витамина С [5].

Дегидроаскорбиновая форма выступает наиболее удобной для транспорта поступающего в организм витамина С формой через отрицательно заряженные мембраны клеточных структур за счет нейтральности заряда, а также свойства жирорастворимости. После проникновения в митохондрии дегидроаскорбиновая кислота вновь переходит в кислотную форму [1,3]. В синовиальной жидкости данный процесс является обратимым, причем переход из аскорбата в дегидроаскорбиновую кислоту осуществляется при появлении свободных радикалов, провоцирующих окисление. Этот процесс особенно важен при развитии патологических процессов: развитии артритов, артрозов, сопровождающихся увеличением количества радикалов, активных форм кислорода, так как направлен на сдерживание распространения окислительного стресса за счет антиоксидантных свойств аскорбиновой кислоты. При переходе из аскорбиновой кислоты в дегидроаскорбиновую происходит перенос электрона и отщепление протона. При чрезмерном превращении первой формы в другую, нарушается кислотно-основное равновесие, и как следствие рН снижается, среда закисляется. В норме же эти две формы представляют собой окислительно-восстановительную пару, в которой собственно аскорбиновая кислота играет роль восстановителя, а дегидроаскорбиновая – окислителя. В норме их соотношение равняется приблизительно 80:20 соответственно. В условиях окислительного стресса дегидроаскорбиновая кислота становится более энергетически выгодной структурой. Следствием этого является еще большее понижение рН среды. Поэтому в условиях патологических процессов соотношение может меняться вплоть до 20:80, причем концентрация аскорбиновой кислоты может опускаться ниже предела обнаружения [4].

Таким образом, для синовиальной жидкости характерно присутствие тройственной буферной системы аскорбиновой кислоты, состоящей из двух параллельно протекающих процессов: протеолитического и окислительно-восстановительного обмена: первый формируют аскорбиновая кислота с ее собственной солью в форме аскорбата, второй – енольная и кетонная формы. За счет протекания окислительно-восстановительных процессов и реакций обмена происходит связывание протонов, гидроксильных групп, ионов щелочных и щелочноземельных металлов, координирование некоторых органических соединений, что способствует формированию и сохранению нормального диапазона рН и протеканию здорового метаболизма.

Функциональная синхронизация буферной системы аскорбиновой кислоты нарушается при накоплении кислотных компонентов в пораженных тканях, что ведет к изменению компонентных соотношений, снижению буферной емкости и антиоксидантного потенциала.

Нами проведено прямое алкалиметрическое потенциометрическое титрование раствора аскорбиновой кислоты. Полученная интегральная кривая (рис. 1А) и ее производная (рис. 1Б) показывают три ярко выраженных точки максимума, что свидетельствуют о том, что в приготовленном модельном образце одновременно присутствовали три равновесные формы, исходя из первоначального состава, производные аскорбиновой кислоты, различные по стойкости к окислению и, соответственно, скорости процесса и стабильности образующейся системы. Сосуществование в растворе трех независимых, но тесно взаимосвязанных форм отражает возникновение стабильной трехкомпонентной стабилизирующей синовиальную жидкость структуры присущей ей динамикой переходов одной формы в другую, адаптируясь под новое состояние среды. Подчеркнем, что в процессе нейтрализации участвует не только сама аскорбиновая кислота, но и сопряженные с ней формы.

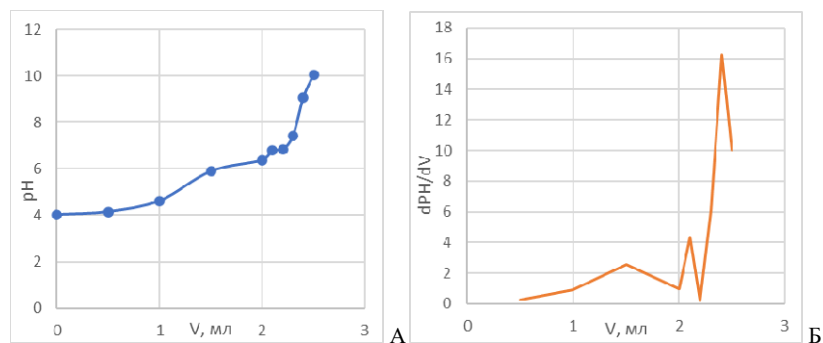


Рисунок 1. Кривая титрования аскорбиновой кислоты А и ее первая производная Б

Выводы. Проведя прямое алкалиметрическое потенциометрическое титрование раствора аскорбиновой кислоты, отметим, что система аскорбиновой кислоты состоит из трех сопряженных компонентов: собственно аскорбиновой кислоты, ее аскорбата и дегидроаскорбата, поддерживая одновременно кислотно-основное и окислительно – восстановительное равновесие, стабилизируя состояние синовиальной жидкости.

Список литературы

1. Тимирханова, Г.А. Витамин С: классические представления и новые факты о механизмах биологического действия / Г.А. Тимирханова, Г.М. Абдуллина, И. Г. Кулагина // Вятский медицинский вестник. – 2007. – №4. – С.158-161.
2. Кцоева А.А., Гатагонова Т.М., Кцоева С.А. Комбинированное лечение больных остеоартрозом коленного сустава с использованием витамина С // Кубанский научный медицинский вестник. 2013. №5. – С.121-124.
3. Уразбаев, Ж.З. Применение аскорбиновой кислоты в пищевой промышленности / Ж.З. Уразбаев // Наука и новые технологии. – 2009. – №8. – С.22-24.
4. Therapeutische Anwendung von Vitamin C und Beurteilung möglicher genotoxischer Wirkungen im Hochdosisbereich. Hannover, 27. August 1998.
5. Przybyło, M., Langner, M. On the physiological and cellular homeostasis of ascorbate. Cell Mol Biol Lett 25, 32 (2020). <https://doi.org/10.1186/s11658-020-00223-y>

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ГЕНОТОКСИЧНОСТИ И МУТАГЕННОСТИ В СОВРЕМЕННОЙ ФАРМАКОЛОГИИ

Родионова П.Д.

Волгоградский государственный медицинский университет

Кафедра биологии

Научный руководитель – преподаватель кафедры биологии Реброва Д.Н.

Актуальность. Одним из современных методов для определения генетической токсичности новых фармакологических препаратов в клинических исследованиях, в настоящее время является тест Эймса, который позволяет выявить широкий спектр химических веществ, способных вызывать мутации в ДНК, представляет собой биологический анализ на определение способности вещества вызывать обратные мутации в специальных штаммах бактерий *Salmonella typhimurium* (*S. typhimurium*), несущих дефект в генах синтеза гистидина. Данная методика имеет ряд преимуществ, так как обладает высокой чувствительностью и специфичностью к широкому спектру точечных и рамшифт-мутаций благодаря использованию разных штаммов, относительной быстротой проведения (результаты получаются за 2–3 дня) и низкой стоимостью по сравнению с тестами на млекопитающих, а также возможно-

стью учёта метаболической активации посредством добавления S9-фракции микросомальной фракции печени грызунов, что позволяет выявлять проканцерогены, в-четвёртых, простота масштабирования для скрининга большого числа образцов и адаптация в жидкостном формате с колориметрическим детектированием - fluctuation test. Данная методика применяется в научных лабораториях нашего вуза при исследовании мутагенного потенциала противомигренозного лекарственного вещества [1]. Однако ни одна методика не может быть совершенной – бактерии *S. typhimurium* существенно отличаются от клеток млекопитающих, поэтому результаты не всегда коррелируют с мутагенностью у человека, а S9-фракция печени грызунов не полностью воспроизводит метаболизм человека из-за чего возможны ложные отрицательные или ложные положительные результаты, например, диоксины не проявляют мутагенность в тесте Эймса[2], хотя доказано, что являются канцерогенами у животных, в то время как нитросоединения, дают положительный результат, хотя не опасны для человека. В связи с этим, стало интересным выявить альтернативные методы, применяемые в современных клинических исследованиях.

Цель исследования – сравнительный анализ современных методов оценки генотоксичности и мутагенности.

Материалы и методы исследования. Анализ отечественной и зарубежной литературы по заданной теме.

Результаты исследования. В результате анализа литературных данных, было выявлено множество альтернативных моделей тесту Эймса, которые применяются для выявления мутаций. Также применяются AraD тест на основе арабинозного оперона для выявления точечных мутаций и SOS хронометрический тест (SOS-хронометр) на основе репарационного ответа *Escherichia coli* (*E. coli*). AraD тест – это форвардный мутационный анализ *E. coli*, основанный на мутации в гене *araD*. Этот метод отличается быстротой и чувствительностью, так как резистентные колонии легко обнаружить на среде с арабинозой, при этом не ограничен заранее выбранным сайтом мутации, позволяет выявлять различные типы ошибок (точечные мутации, небольшие делеции) в регуляторных или структурных генах оперона. SOS-хронометр представляет собой биологический тест, который измеряет активацию SOS-генетического ответа у бактерий в ответ на повреждение ДНК, вызванное мутагенами или другими стрессорами. Методика также обладает высокой чувствительностью к широкому спектру повреждающих агентов, включая сильные и слабые мутагены, а также различные виды ДНК-повреждений. При использовании SOS-хронометрического теста большинство процессов может происходить автоматизировано, что удобно для проведения высокопроизводительных скринингов и создаёт возможность оценки генотоксичности в реальном времени. Стоит учитывать, что данные методы не стандартизированы на международном уровне, а, значит, не могут применяться для сопоставления данных разных лабораторий. К тому же эти тесты не подходят для выявления проканцерогенов, так как нет контроля метаболической активности. Недостатком SOS-хронометрического теста, как в любых используемых методиках, является спорность результатов, полученных прокариотических моделях, когда мы говорим об опасности для генома человека, поэтому научное сообщество стало рассматривать эукариотические многоячеистые тесты для проведения генотоксических анализов *in vitro*. Mammalian chromosome aberration test (MCAT) основанный на пролиферации клеточной популяции из установленных клеточных линий или первичных клеточных культур в метафазе, десятилетиями использовался в качестве биомаркера раннего воздействия генотоксичных канцерогенов [2]. MCAT в первую очередь предназначен для определения мутаций, приводящих к анеуплоидии на культуре клеток млекопитающих, при совмещении этого метода с флуоресцентной гибридизацией *in situ* (FISH) или другими передовыми методами окрашивания хромосом спектр выявляемых мутаций расширяется [2]. Mammalian cell micronucleus test (MCMNT) используется для обнаружения цитогенетических нарушений в культурах клеток красного костного мозга или лимфоцитов человека. MCMNT позволяет выявить фрагменты повреждённых хромосом, образующих микроядра, но не может использоваться для обнаружения сложных хромосомных перестроек в отличие от MCAT, а также требует использова-

ния сложных методов цитометрии [2]. Single cell gel electrophoresis (comet-assay, SCGE) – это универсальный метод измерения разрывов нитей ДНК в отдельных клетках, основанный на том принципе, что фрагментированная ДНК при электрофорезе в агарозной матрице перемещается быстрее, чем интактная ДНК. SCGE также применяется к клеткам животных, подвергшихся воздействию изучаемого препарата, а при использовании модифицированного протокола возможно определение окисленных оснований ДНК, участков потери оснований ДНК, межцепочечных сшивок ДНК и степени повреждения ДНК [3]. Главное преимущество comet-assay – возможность применения к любому виду ткани, следовательно, с помощью данного теста можно выявить специфические генотоксические свойства для любого органа [3]. Сегодня основным недостатком этого метода является отсутствие точной количественной методики, способной подкреплять результаты теста сравнительными данными, из-за чего он не имеет разрешения на использование его в качестве основного метода исследования генотоксичности и международной стандартизации. Однако вследствие того, что постоянно ведутся исследования по улучшению количественной оценки повреждений ДНК, стали появляться работы, в которых данные SCGE рассматриваются как достоверные, поддающиеся количественному измерению токсикологические конечные точки, которые могут служить основой для оценки рисков [4].

Выводы. Применение существующих методик не охватывает всего спектра возможных мутаций, и не может достоверно доказать мутагенность или безопасность вещества, вследствие чего необходимо комбинировать разные методики для получения наиболее достоверного результата.

Список литературы

1. Спасов, А. А., Снигур Г. Л., Яковлев Д. С. [и др.] Определение мутагенного потенциала противомигренозного лекарственного вещества РУ-31 в виде субстанции и готовой лекарственной формы в тестах *in vitro* и *in vivo* / А. А. Спасов, Г. Л. Снигур, Д. С. Яковлев [и др.] // Волгоградский научно-медицинский журнал. — 2022. — Т. 19, № 2. — С. 58–61.
2. Chrzą, J., Hošíková, B., Svobodová, L., et al. Comparison of methods used for evaluation of mutagenicity/genotoxicity of model chemicals — parabens / J. Chrzą, B. Hošíková, L. Svobodová [et al.] // *Physiol Res.* — 2020. — Vol. 69, Suppl. 4. — Pp. S661–S679.
3. Cordelli, E., Bignami, M., Pacchierotti, F. Comet assay: a versatile but complex tool in genotoxicity testing / E. Cordelli, M. Bignami, F. Pacchierotti // *Toxicol Res Camb.* — 2021. — Vol. 10, No. 1. — Pp. 68–78.
4. Heflich, R.H., Johnson, G.E., Zeller, A., et al. Mutation as a toxicological endpoint for regulatory decision-making / R.H. Heflich, G.E. Johnson, A. Zeller [et al.] // *Environ Mol Mutagen.* — 2020. — Vol. 61, No. 1. — Pp. 34–41.

ОСВЕДОМЛЁННОСТЬ ЛЮДЕЙ О ПРИЁМЕ ПРЕПАРАТОВ ЖЕЛЕЗА И ИХ ЗНАЧЕНИИ

Ртова Е.Н., Рудакова С.В.

Волгоградский государственный медицинский университет
Кафедра биологии

Научный руководитель старший преподаватель Реброва Д.Н.

Актуальность. Железо (Fe) играет ключевую роль в поддержании работоспособности человека и психоэмоционального здоровья, являясь связывающим материалом для гемоглобина, который производит газообмен во всём организме и насыщает органы кислородом. Железо входит в состав простетических групп ферментов участвующих в биосинтезе нуклеиновых кислот, в процессах энергетического метаболизма и клеточного деления.

Также железо содержится в ферментах, нейтрализующих активные формы кислорода и поддерживающих окислительно-восстановительный баланс в организме, и ферментах, участвующих в процессах биологического окисления, то есть в детоксикации ксенобиотиков и продуктов эндогенного распада [4]. Когда подобные механизмы нарушаются, нам приходит-

ся пополнять организм железом вместо ферритина самостоятельно, ведь при дефиците железа отмечается замедление роста плода, ухудшение физического и умственного развития подростков, учащение инфекционных заболеваний, снижение функционального класса сердечной недостаточности у пожилых пациентов и др.[3] Определение плазменной или сывороточной концентрации ферритина является достаточно надёжным маркером для оценки запасов железа в организме и в большинстве случаев хорошо коррелирует с «золотым стандартом» – содержанием железа в костном мозге[5]. Наличие ферритина для синтеза и хранения железа имеет большое значение, так как 80% железа всего организма содержится в молекулах ферритина. Известно, что в митохондриях содержится митохондриальный ферритин (FtMt), а O₂ – может вызывать высвобождение железа из ферритина [1].

Недостаточное количество железа в организме человека оказывает влияние на самочувствие, а в субъективной симптоматике общего состояния наблюдается проявление анемического синдрома, который включает слабость, повышенная утомляемость, головокружение, головные боли (чаще в вечернее время), одышка при физической нагрузке, ощущение сердцебиения, мелькание «мушек» перед глазами при невысоком уровне артериального давления, часто наблюдается умеренное повышение температуры, нередко сонливость днём и плохое засыпание ночью, раздражительность, нервность, конфликтность, плаксивость, снижение памяти и внимания, ухудшение аппетита[2,4].

Это обусловлено тем, что при подобных состояниях повышается содержание железорегулирующего острофазового белка гепсидина, который снижает абсорбцию железа в тонком кишечнике и блокирует выход железа из макрофагов [3].

Препараты железа находятся в общем доступе, но при этом многие люди не знают, как правильно принимать лекарства и какие причины у побочных эффектов. Это может снижать эффективность лечения и даже вредить здоровью. Поэтому необходимо просвещать население, грамотно объяснять всю серьёзность правил приёма препаратов, и регулярно следить за состоянием пациентов с гипофункцией ферритина и малым количеством железа [2]

Данное исследование направлено на изучение уровня осведомлённости населения о роли железа и факторов, влияющих на поддержание уровня железа в организме

Цель исследования – провести оценку осведомлённости населения и выявить уровень осведомлённости о механизме работы железа в организме и о препаратах, содержащих железо.

Материалы и методы исследования – анкетирование населения в возрасте 35–65 лет с использованием яндекс-формы по собственнo составленным вопросам, опираясь на статью Кузнецова И.А. «Роль ферритина в биологических средах человека». Анализ результатов опроса. Анализ литературы по изучаемой теме.

Результаты исследования.

Среди всех наиболее значимыми являлись вопросы об осведомлённости о роли железа, основных симптомов железодефицита, о содержании железа в продуктах, а также о правильности приема препаратов железа.

На вопрос о роли железа в организме 65% анкетированных знают, что железо участвует в переносе кислорода или образовании гемоглобина.

На вопрос о наиболее распространенных симптомах дефицита железа 15% выбрали вариант «Затрудняюсь ответить», но при этом, 85% анкетированных осведомлены. Среди явных симптомов: бледность кожных покровов и головокружение – известно 70% и 55% опрошенных соответственно.

На вопрос «Из каких пищевых продуктов железо усваивается лучше всего?» вариант «красное мясо» указали 60% опрошенных. 25% считали лучшим источником яблоки и гранаты. 15% не знали ответа.

Выводы. Исследование показало, что большая часть опрошенных в возрасте от 35 до 65 лет хорошо осведомлены о действии железа (65%), в то время как знания о правилах приёма препаратов железа имеют значительные пробелы. Наибольшие сложности вызвали именно вопросы о нюансах приёма (время, взаимодействие с напитками, длительность кур-

са). Это указывает на необходимость более активной просветительской работы врачей и фармацевтов при назначении железосодержащей терапии.

Знания о механизме работы железа в организме могут повлиять на то, будут ли люди регулярно проверяться на наличие железа и ферритина в крови и менять свой рацион питания в лучшую сторону.

Список литературы

1. Генерация супероксидных радикалов митохондриями сердца и действие динитрозильных комплексов железа и ферритина / В.А. Медведева, М.В. Иванова, К.Б. Шумаев [и др.] // Биофизика. – 2021. – Т. 66, № 4. – С. 711-719. – DOI 10.31857/S0006302921040104. – EDN MWIYLV.
2. Жарылкасынова Г.Ж. Сравнительный анализ фармакологической эффективности препаратов железа // Innova. 2022. №4 (29). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-farmakologicheskoy-effektivnosti-preparatov-zheleza> (дата обращения: 07.10.2025).
3. Кулибаба Т.Г., Пчелин И.Ю., Слепых Л.А., Шевелева М.А. Дефицит железа в организме – угроза здоровью // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2015. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/defitsit-zheleza-v-organizme-ugroza-zdorovyu> (дата обращения: 05.10.2025).
4. Лукина Е.А., Деженкова А.В. Метаболизм железа в норме и при патологии // Клиническая онкогематология. 2015. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metabolizm-zheleza-v-norme-i-pri-patologii> (дата обращения: 05.10.2025).
5. Терещенко С.Ю., Пахмутова О.А. К вопросу о нормативных значениях уровня сывороточного ферритина для диагностики железодефицитного состояния // Гематология и трансфузиология. 2012. №Приложение. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-normativnyh-znacheniyah-urovnya-syvorotochnogo-ferritina-dlya-diagnostiki-zhelezodefitsitnogo-sostoyaniya> (дата обращения: 07.10.2025).

ОСВЕДОМЛЁННОСТЬ ЛЮДЕЙ О ПРИЁМЕ ПРЕПАРАТОВ МАГНИЯ И ИХ ПОЛЬЗЕ

Рудакова С.В., Ртова Е.Н.

Волгоградский государственный медицинский университет

Кафедра биологии

Научный руководитель – старший преподаватель Реброва Д.Н.

Актуальность. Недостаточный уровень магния или гипомagnesия проявляется усталостью, мышечными судорогами, нарушениями сна, тревогой – в настоящее время является достаточно распространённой проблемой со здоровьем среди населения [1,5]. Основными причинами дефицита магния являются несбалансированное питание, хронический стресс, алкоголь и некоторые заболевания [3].

Иммунная система нуждается в достаточном количестве магния для поддержания нормальной работы организма, при этом, зачастую симптомы дефицита магния бывают неочевидными. [4] что затрудняет диагностику и своевременное лечение.

Известно, что магний является вторым по распространённости внутриклеточным катионом после калия, он участвует более чем в 600 ферментативных реакциях, включая энергетический обмен и синтез белка [2]. Магний входит в группу веществ, поддерживающих гормональный баланс, здоровье костей и нервную систему [3], играет важную физиологическую роль, особенно в работе мозга, сердца и скелетных мышц. Изучение отечественной и зарубежной литературы показали, что добавки с магнием полезны при лечении, в частности, преэклампсии, мигрени, депрессии, ишемической болезни сердца и астмы и других нарушений [1,2].

В связи с вышеизложенным стало интересным провести анкетный опрос среди населения по данной проблеме.

Цель исследования – выявление уровня осведомлённости о роли магния в организме и о препаратах, содержащих магний у населения. Проанализировать литературу

Материалы и методы исследования. Анкетирование населения в возрасте от 20-55 лет с использованием Яндекс-формы по вопросам (Громова О.А., 2018, Магний и «болезни цивилизации») в возрасте от 20-55 лет, в анкете использовали собственно составленные вопросы. Изучение и анализ научной литературы по данной теме.

Результаты исследования. Было выявлено, что среди населения наибольший дефицит магния испытывают люди, имеющие высокие умственные и физические нагрузки, испытывающие стресс, эмоциональные напряжения, и женщины в менопаузу. Это может выражаться в виде различных симптомов: усталость, мышечные судороги, нарушения сна и повышенную тревожность. [3,4]

Причинами гипомagnesии является недостаточное поступление магния с пищей и приём некоторых лекарственных препаратов, таких как диуретики и ингибиторы протонной помпы. [5].

Так, среди анкетированных, было выявлено 65 % респондентов, которые знают о продуктах, содержащих магний; 22 % принимают добавки с магнием. Также отмечено, что 76 % опрошенных были женщины в возрасте 40–45 лет. Среди принимающих БАД, содержащих магний, выявлено улучшение самочувствия у 60 % опрошенных. Также были отмечены у них нормализация сна и снижение утомляемости. При этом, анкетированные отмечали, что начали принимать БАД, просмотрев рекламу или по советам знакомых.

Выводы. Исследование показало, что большая часть населения (65 %) знает о продуктах, в которых содержится магний. Принимают добавки содержащий магний (22 %). (76 %) были женщины. 60 % отметили улучшение сна и уменьшение усталости. При этом многие отметили, что стали принимать БАДы с магнием благодаря рекламе. Чтобы повысить осведомлённость населения о роли магния, следует распространять информацию о его функциях, продуктах, богатых магнием, и последствиях его дефицита через образовательные компании, социальные сети, СМИ, и медицинских учреждениях.

Список литературы

1. Ashique, S., Kumar, S., Hussain, A. et al. A narrative review on the role of magnesium in immune regulation, inflammation, infectious diseases, and cancer. J Health Popul Nutr 42, 74 (2023). <https://doi.org/10.1186/s41043-023-00423-0>
2. de Baaij JH, Hoenderop JG, Bindels RJ. Magnesium in man: implications for health and disease. Physiol Rev. 2015 Jan;95(1):1-46. doi: 10.1152/physrev.00012.2014. PMID: 25540137.
3. Громова О.А., Торшин И.Ю., Гришина Т.Р. Магний и «болезни цивилизации». Практическое руководство. - 2-е изд. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 150 с.
4. Корольчук И.С., Порубайко Л.Н., Резун А.А., Доронцев А.В. Проявление астенического синдрома у спортсменов высокой квалификации при дефиците магния // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2023. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proyavlenie-astenicheskogo-sindroma-u-sportsmenov-vysokoy-kvalifikatsii-pri-defitsite-magniya> (дата обращения: 05.10.2025).
5. Трисветова Е.Л. Магний в клинической практике // РФК. 2012. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/magniy-v-klinicheskoy-praktike> (дата обращения: 05.10.2025).

КОРРЕКЦИЯ МЕЛАТОНИНОМ СТРЕСС-ИНДУЦИРОВАННЫХ НАРУШЕНИЙ ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОГО БАЛАНСА В ПЕЧЕНИ СТРЕСС-УСТОЙЧИВЫХ И СТРЕСС-НЕУСТОЙЧИВЫХ КРЫС

Сериков В.С., Ляшев Ю.Д.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра детской стоматологии

Актуальность. Стресс вызывает структурные и функциональные нарушения в различных органах и тканях организма, в том числе и в печени [2, 3, 4]. Они обусловлены различными механизмами, но, прежде всего, активацией перекисного окисления липидов. Мелатонин – ключевой компонент антистрессорной системы, обладает антиоксидантным эффектом, влияет на активность антиоксидантных ферментов [1]. Влияние мелатонина на перекисное окисление липидов при стрессе необходимо для разработки методов коррекции нарушений.

Цель работы – анализ влияния мелатонина на прооксидантно-антиоксидантный баланс в печени после однократного стресса.

Материал и методы исследования. 56 крыс-самцов разделили на 3 группы: 1) интактная; 2) контрольная; 3) опытная. Контрольной и опытной группам выполняли иммобилизационный стресс. Перекисное окисление липидов оценивали по ацилгидроперекисям и малоновому диальдегиду, активности супероксиддисмутазы и каталазы. Мелатонин вводили внутривентрально в дозе 1,0 мг/кг 1 раз в сутки 5 дней. Контрольным животным вводили 1% раствор этанола. Вычисляли t-критерию Стьюдента после проверки нормальности распределения изучаемых параметров.

Результаты исследования. Стресс увеличивал ацилгидроперекиси и малоновый диальдегид в печени, снижал активность супероксиддисмутазы и каталазы через 39 часов и 4 суток ($p < 0,05$). Применение мелатонина снижало уровень перекисного окисления липидов (концентрации ацилгидроперекисей и малонового диальдегида) через 39 часов, 4 и 7 суток после стресса. В опытной группе активность супероксиддисмутазы выше, а каталазы ниже, чем у контрольных крыс на 14 суток ($p < 0,05$).

Выводы. 1. При стрессе увеличиваются продукты перекисного окисления липидов в печени.

2. Мелатонин проявлял антиоксидантное действие и снижал ацилгидроперекиси и малоновый диальдегид при стрессе.

3. Мелатонин увеличивал активность супероксиддисмутазы и каталазы при стрессе.

Список литературы

1. Арушанян Э.Б. Антистрессорные возможности эпифизарного мелатонина//Мелатонин в норме и патологии./ Под ред. Комарова Ф.И. и др. М., 2004. С.198-222.
2. Сериков В.С., Ляшев Ю.Д. Влияние мелатонина на стрессиндуцированные изменения в печени крыс с различной устойчивостью к стрессу// Бюллетень экспериментальной биологии и медицины.- 2015.- Т. 159, № 3.- С. 290-294.
3. Сериков В.С., Ляшев Ю.Д., Карлаш А.Е., Солин А.В. Влияние мелатонина на стрессиндуцированные изменения в пародонте крыс с различными типологическими особенностями// Пародонтология.- 2014.- Т. 19, № 2 (71).- С. 27-31.
4. Solin A.V., Liashev A.Yu., Lyashev Yu.D. Effects of opioid peptides on changes in lipid metabolism in rats subjected to swimming stress// Bulletin of Experimental Biology and Medicine.- 2017.- Vol. 162, N 3.- P. 313-315.

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФАРМАКОТЕРАПИИ СИНДРОМА РЕЙНО, АССОЦИИРОВАННОГО СО СКЛЕРОДЕРМИЕЙ

Симонова А.С., Лазарева И.А.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра фармакологии
Научный руководитель – к.м.н., доцент Лазарева И.А.

Актуальность. Синдром Рейно – заболевание, вызванное спазмом сосудов в ответ на действие различных раздражителей из-за дефекта центральных и локальных механизмов регуляции сосудистого тонуса. В странах с относительно холодным климатом распространенность данного заболевания выше. Основной проблемой является отсутствие должного лечения в связи с недостаточным пониманием патогенеза заболевания. Существует ряд препаратов, купирующих симптомы, но не устраняющих причину. Это стимулирует активный поиск новых фармакологических агентов и комбинаций, направленных на патогенез заболевания [1].

Цель исследования. Оценка эффективности существующих фармакологических методов лечения синдрома Рейно, оценка потребности в комбинированной терапии и разработка рациональных комбинаций препаратов для повышения эффективности лечения.

Материалы и методы исследования. Анализ необходимой литературы.

Результаты исследования. Существует несколько категорий препаратов, используемых для лечения синдрома Рейно: блокаторы кальциевых каналов, ингибиторы фосфодиэстеразы 5-го типа, антагонисты рецепторов эндотелина, внутривенные простаноиды [1].

Блокаторы кальциевых каналов являются препаратами первой линии. Основаны на ингибировании входа кальциевых каналов в гладкомышечные клетки сосудов, вызывая их расслабление и расширение. Используют таблетированные формы нифедипина пролонгированного действия и амлодипина. Длительное использование этих препаратов снижает риск ишемических нарушений дигитальных отделов конечностей [1].

Ингибиторы фосфодиэстеразы 5-го типа являются новыми препаратами, их действие основано на подавлении активности фосфодиэстеразы-5, которая, в свою очередь, разрушает ц-ГМФ. Употребление этих препаратов вызывает пролонгацию действия ц-ГМФ в гладкомышечных клетках, тем самым вызывая их расслабление. Такими препаратами являются силденафил («виагра») и тадалафил. Оба препарата обычно выпускаются в форме таблеток для перорального применения. Дозировка и режим приема должны строго соответствовать назначению врача, особенно учитывая возможные побочные эффекты и взаимодействие с другими лекарствами. Показаны для уменьшения частоты и тяжести приступов, а также заживления дигитальных язв [3].

Антагонисты рецепторов эндотелина блокируют вазоспастические реакции. Представителем этой группы препаратов является бозентан, выпускается в форме таблеток для перорального применения. Он уменьшает частоту образования дигитальных язв на 48%, но не влияет на скорость их заживления. Также, для блокирования вазоспазмов используются альфа-адреноблокаторы. Представителем этой группы является празозин, который блокирует постсинаптические α_1 -адренорецепторы и, впоследствии, уменьшает число и интенсивность приступов у больных склеродермией [3].

Внутривенные простаноиды используются при наличии прогрессирующей дигитальной ишемии с высоким риском развития дигитальных язв. Представителями этой группы являются алпростадил и илопрост. Оба препарата представляют собой растворы для внутривенных инфузий, их введение требует тщательного медицинского наблюдения и часто проводится в стационарных условиях [2].

В результате проведенного исследования установлено, что наиболее распространенными побочными эффектами фармакотерапии Синдрома Рейно являются головокружения, головная боль и гипотония. Необходимы точные дозировки и индивидуальный подход к каждому пациенту [1,3].

Выводы. Исследование показало, что фармакологическое лечение синдрома Рейно играет ключевую роль в управлении симптомами и предотвращении осложнений, предлагая широкий спектр препаратов для улучшения микроциркуляции и снижения частоты вазоспастических приступов. Однако, успешное лечение невозможно без комплексного подхода. Это означает, что фармакотерапия должна быть сопряжена с немедикаментозными мерами: обучение пациента избеганию триггеров (холод, стресс, курение), поддержанию тепла и управлению стрессом; лечением основного заболевания, индивидуализацией терапии: выбор препаратов и их комбинаций должен строго соответствовать типу Рейно, тяжести симптомов, сопутствующим состояниям и переносимости конкретного пациента.

Список литературы

1. Алекперов, Р.Т. Синдром Рейно в практике ревматолога // Современная ревматология. - 2014. - №2. - С. 37-46.
2. Оценка эффективности терапии простагландинами феномена Рейно при ревматических заболеваниях / З.Р.Багаутдинова, И.Р.Гайсин, М.М.Главатских [и др.] // Казанский мед.ж. - 2018. - №6. - С.911-918.
3. Комплексная терапия сосудистых нарушений у больных системной склеродермией / М.Н. Старовойтова, О.В. Десинова, А.В. Волков // Современная ревматология. - 2009. - №2. - С.73-77.

КОРРЕКЦИЯ ЭЛЕКТРОЛИТНЫХ НАРУШЕНИЙ В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ

Смирнова Т.Л.¹, Герасимова Л.И.^{2,3}, Аишу Е.И.М.Р.¹

¹Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Кафедра акушерства и гинекологии

²Университетская клиническая больница имени В.В. Виноградова (филиал) ФГАОУ ВО "Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы"

³«Российский биотехнологический университет»

(МИНО ФГБОУ ВО РОСБИОТЕХ)

Кафедра акушерства и гинекологии

Актуальность. Нарушения водно-электролитного обмена встречаются у больных с онкологической патологией. Нарушения возникают у больных с опухолями кишечника, яичников, метастазами опухолей, могут быть связаны с послеоперационным парезом, перитонитом [1, 2, 3].

Цель исследования – изучение эффективности интенсивной терапии нарушений водно-солевого обмена у пациентов в онкологическом стационаре.

Материал и методы исследования. Проведен анализ 125 историй болезни онкологических больных БУ «Республиканский клинический онкологический диспансер» Минздрава Чувашии. Механическая непроходимость была связана с первичной опухолью органов желудочно-кишечного тракта, метастазами опухоли яичников в тонкий и толстый кишечник, спайками. Для оценки вида и степени дегидратации применяли оценку клинических признаков, исследовали показатели гематокрита, величину центрального венозного давления (ЦВД), содержание натрия и калия в крови.

Результаты исследования. Больным проведена комплексная клиничко-лабораторная диагностика. У онкологических пациентов отмечена смешанная дегидратация с преобладанием внеклеточной. Клиническими проявлениями внутриклеточной дегидратации являлись жажда, повышенная вязкость слюны, гипертермия. Внеклеточная дегидратация проявлялась слабым пульсом, снижением артериального давления и центрального венозного давления. У 90 больных (75%) установлена I степень дегидратации, у 30 пациентов (25%) – II степень.

Лабораторное исследование показало наличие гипокалиемии $3,1 \pm 0,1$ ммоль/л (норма $3,5-5,2$ ммоль/л), гипонатриемии $130,1 \pm 0,9$ ммоль/л (норма $135-145$ ммоль/л).

Для коррекции выявленных нарушений в послеоперационном периоде применяли 5% раствор глюкозы, которая проникает в клетки и дополнительно способствует поступлению в клетку воды.

Для терапии внеклеточной дегидратации введены коллоидные и солевые растворы. При изотонической дегидратации введены растворы глюкозы и солевые, коллоидные растворы в соотношении 1:1. При превышении внутриклеточной дегидратации соотношение глюкозы и солевых, коллоидных растворов 2:1. При превышении внеклеточной дегидратации соотношение растворов глюкозы и солевых, коллоидных 1:2. В практической онкологии успешно находят применение гелофузин, рефортан, стабизол, раствор Рингера. Для восстановления уровня калия в крови применяли 7,5% раствор хлорида калия с учетом потребности 1 ммоль/кг массы тела пациента.

Выводы. Своевременная диагностика и терапия водно-электролитных и нарушений позволило адекватно скорректировать дефицит и нормализовать состояние пациентов.

Список литературы

1. Влияние инфузии на развитие послеоперационной кишечной недостаточности / М. В. Петрова, А. В. Бутров, А. В. Гречко [и др.] // General reanimatology. – 2018. – Т. 14, № 1. – С. 50-57. Doi:10.15360/1813-9779-2018-1-50-5.
2. Neoadjuvant hyperthermic intraperitoneal chemotherapy: impact on chemotherapy response score and prognosis in high-grade serous ovarian carcinoma / X. Feng, Y. Wang, H. Li. [et al.] // Frontiers in oncology. 2025. – Vol. 15. – P. 639810. Doi: 10.3389/fonc.2025.1639810.
3. Risk factors for hypokalemia and its association with postoperative recovery in patients scheduled for radical gastrectomy: a retrospective study / M. Yang, Q. Li, Y. Zhou. [et al.] BMC Anesthesiol. 2023. – Vol. 23, N 1. – P. 285. Doi: 10.1186/s12871-023-02246-2.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АДЕНОМ ГИПОФИЗА

Смирнова Т.Л.

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова

Кафедра акушерства и гинекологии

Актуальность. Аденомы гипофиза являются распространенными первичными внутричерепными опухолями. Аденомы гипофиза подразделяются на микроаденомы при размерах менее 1 см, макроаденомы, размеры которых более 1 см. Сдавление гипофиза, смежных нервов и структур головного мозга, окклюзионная гидроцефалия могут привести к неврологической патологии, недостаточности черепных нервов [1, 2]. По данным М.В. Копаневой с соавт. гормонально-активные аденомы гипофиза составляют 92%, из них пролактиномы составляют 27%, кортикотропиномы 25%, соматотропиномы 48% [3]. Современные методики позволяют добиться клинического эффекта в терапии аденом гипофиза. В практической онкологии успешно применяются эндоскопическое удаление опухоли, лучевая терапия, стереотактическая протонная терапия [3]. Клинические наблюдения показывают, что возможно развитие осложнений протонной терапии аденом гипофиза, к числу которых относятся лучевые реакции с раздражением черепно-мозговых нервов с преходящим слезотечением, герпетическими высыпаниями на лице, височные эпилептические эквиваленты [3].

Цель исследования – установить клинические, лабораторные и инструментальные показатели при аденомах гипофиза.

Материал и методы исследования. Проведено лабораторное исследование биохимического и состава крови, показателей коагулограммы, исследованы уровни гормонов гипофиза, выполнены рентгенологические методики.

Результаты исследования. На рентгенограммах выявлены рентгенологические признаки аденом гипофиза: гиперостоз лобной кости, гиперостоз теменной кости, обызвествление связочного аппарата в области турецкого седла, утолщение диплоического слоя костей свода черепа, обызвествление серповидного отростка, признаки внутричерепной гипертензии, признаки эндокринопатии (гиперпневматизация придаточных пазух носа, избыточное

развитие и гиперпневматизация ячеек сосцевидных отростков), а также сочетание изменений турецкого седла, признаков эндокариноза, интракраниальной гипертензии, эндокринопатии.

Компьютерная томография позволяет выявить опухоль и ее структуру, контактную деструкцию прилежащих костных структур, окклюзионную гидроцефалию, интракраниальную гипертензию. Магнитно-резонансная томография с контрастированием позволяет установить размеры аденомы, структуру, границы, характер роста, вовлечение хиазмально-селлярной области, наличие кровоизлияний, вовлечение в процесс сонных артерий, распространение опухоли до боковых желудочков, до придаточных пазух носа, ячеек решетчатой кости, в глазничные щели.

При развитии окклюзионной гидроцефалии больным выполнена вентрикулоперитонеальное шунтирование боковых желудочков мозга.

Для оценки риска венозных тромбозомболических осложнений в период протонной терапии проводится исследование показателей системы гемостаза: активированное частичное тромбопластиновое время $32,3 \pm 2,1$ сек, протромбиновое время $12,9 \pm 1,3$ сек, протромбиновый индекс $101,7 \pm 4,9$ %, фибриноген А $3,22 \pm 1,3$ г/л, международное нормализованное время (МНО) $1,02 \pm 0,5$, тромбиновое время $14,6 \pm 1,5$ сек, D-димер $103,2 \pm 5,1$ нг/мл. Учитывая показатели системы гемостаза больным установлен средний риск венозных тромбозомболических осложнений с применением механической профилактики тромбозов – эластическая компрессия нижних конечностей.

Выводы. Применение комплексной диагностики и лабораторно-инструментальный контроль в период протонной терапии позволяют избежать развития осложнений.

Список литературы

1. Диагностика и терапия аденом гипофиза / О.А. Бейлерли, Zh. Shiguang, И.Ф. Гареев, Ch. Xin. // Креативная хирургия и онкология. – 2019. – Т. 9, № 4. – С. 311-316. Doi. 10.24060/2076-3093-2019-9-4-311-316.
2. Клинический случай агрессивной аденомы гипофиза с рецидивирующим ростом / М. М. Каримова, З. Ю. Халимова, Р. Б. Файзуллаев. // Молодой ученый. – 2015. – № 23 (103). – С. 347-352. URL: <https://moluch.ru/archive/103/23863>.
3. Результаты стереотаксической протонной терапии аденом гипофиза / М.В. Копанева, В.М. Виноградов, Р.А. Шалек [и др.] // Сибирский онкологический журнал. – 2008. – Приложение № 1. – С. 72-73.

ДИАГНОСТИКА РАКА ЯИЧНИКОВ

Смирнова Т.Л.

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова
Кафедра акушерства и гинекологии

Актуальность. Рак яичников занимает 5 место среди причин смертности от онкологических заболеваний женщин в мире. Более чем в 70% опухоль яичников обнаруживается на поздних стадиях. Современные методы должны позволить специалистам проводить раннюю диагностику новообразования яичников.

Цель исследования – установить клинические и инструментальные признаки рака яичников.

Материал и методы исследования. Исследование проведено на базе БУ «Республиканский клинический онкологический диспансер» Минздрава Чувашии. Обследование включало сбор клинико-анамнестических данных, объективный гинекологический осмотр, онкоцитологическое исследование осадка асцитической жидкости, определение онкомаркеров СА-125, HE-4, индекса Roma, УЗИ органов брюшной полости, рентгенографию легких, фиброгастроскопию, фиброколоноскопию, ректороманоскопию, компьютерную томографию, магнитно-резонансную томографию, проведение лапаротомии, патоморфологическое исследование послеоперационных препаратов.

Результаты исследования. Среди эхографических признаков злокачественного роста в яичниках можно выделить следующие: появление в кистозных образованиях многочисленных перегородок, неоднородных по эхоструктуре, расположенных беспорядочно; неравномерность структуры опухолевого образования, чередование жидкостных компонентов с плотными включениями в виде сосочковых разрастаний по внутренней или наружной поверхностям капсулы; «размытость» контуров опухоли, визуализация свободной жидкости в брюшной полости. У пациентов с IV стадией рака яичников отмечено наличие конгломерата органов малого таза, переход опухолевого процесса на мочевой пузырь, на сальник (уплотненное гипоехогенное образование), наличие увеличенных парааортальные, портокавальные лимфоузлов в сочетании с асцитом, метастазами в печень, расширение почечных лоханок.

Моноклональные антитела связываются с углеводной детерминантой целомического эпителия, на чем основывается количественная оценка содержания СА 125 в плазме и сыворотке крови. Исследование показало, что у больных в I – II стадиях содержание СА-125 $39,18 \pm 17,05$ ед/мл, в III – $70,06 \pm 29,1$ ед/мл, в IV – $305,41 \pm 45,6$ ед/мл. Повышенная продукция белка HE-4, вырабатываемого эпителиальными клетками органов репродуктивной системы, наблюдалась нами при раке яичников. Индекс Roma, рассчитанный с помощью математического анализа, в перименопаузе 12,9% указывает на повышенный риск рака яичников, ниже 12,9% – низкий уровень риск, в постменопаузе более 24,7% – повышенный уровень риск, 24,7% низкий уровень риска.

При магнитно-резонансной томографии в яичниковых ямках с обеих сторон, определяются объемные образования кистозно-солидного строения с нечеткими, неровными контурами. Кистозный компонент имеет гиперинтенсивный МР-сигнал на T-2 ВИ, T-2 Fsat, гипointенсивный МР-сигнал на T-1 ВИ. Солидный компонент образований гетерогенного МР-сигнала неоднородно накапливает контрастный препарат на постконтрастных сканах. Данные образования оттесняют тело матки каудально и влево, клетчатка малого таза четко не прослеживается. У больных раком яичников определяется выпот в малом тазу, жидкость в брюшной полости.

Хирургическое лечение проведено в следующем объеме: 93,5% больным произведена экстирпация матки с придатками и удаление большого сальника или надвлагалищная ампутация матки с придатками и удаление большого сальника; 2,6% – биопсия опухоли. Гистологическое исследование опухолей яичников выявило серозную аденокарциному, муцинозную аденокарциному, эндометриоидную аденокарциному, светлоклеточную аденокарциному, недифференцированную аденокарциному.

Выводы. Комплексная диагностика рака яичников позволяет установить диагноз и определить лечебную тактику в условиях онкологического диспансера.

Список литературы

1. Biomarkers and algorithms for diagnosis of ovarian cancer: CA125, HE4, RMI and ROMA, a review / V. Dochez, H. Caillon, E. Vaucel [et al.] // Journal of ovarian research. 2019. – Vol. 12, N 1. – P. 28. Doi: 10.1186/s13048-019-0503-7.
2. Diagnosis and Management of Ovarian Cancer / C.A. Doubeni, A.R. Doubeni, A.E. Myers. // American family physician. 2016. – Vol. 93, N 11. – P. 937-44.
3. Roles of CA125 in diagnosis, prediction, and oncogenesis of ovarian cancer / M. Zhang, S. Cheng, Y. Jin [et al.] // Biochimica et biophysica acta. Reviews on cancer. 2021. – Vol. 1875, N 2. – P. 188503. Doi: 10.1016/j.bbcan.2021.188503.

ЛЕЧЕНИЕ ЦИСТИТА БЕРЕМЕННЫХ

Смирнова Т.Л.

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова
Кафедра акушерства и гинекологии

Актуальность. Бактериальный цистит – это инфекционно-воспалительный процесс в стенке мочевого пузыря, локализующийся в слизистой оболочке. Предрасполагающими факторами развития острого цистита являются анатомо-физиологические особенности женского организма и изменения в мочевыделительной системе во время беременности [1, 2, 3]. Инфекция попадает в мочевой пузырь восходящим, лимфогенным и уриногенным путями. При отсутствии терапии бессимптомной бактериурии и цистита беременность может осложниться преждевременными родами, сепсисом, диссеминированным внутрисосудистым свертыванием крови (ДВС-синдромом), шоком, рождением маловесного плода, респираторным дистресс-синдромом, неонатальной смертностью.

Цель исследования – провести диагностику и терапию цистита у беременных.

Материал и методы исследования. Анализ клинических случаев проведен на базе БУ «Новочебоксарский медицинский центр» Минздрава Чувашии. Проведено клинические, лабораторные и инструментальные обследования 58 беременных с бессимптомной бактериурией и циститом.

Результаты исследования. Бессимптомная бактериурия была установлена пациентам при обнаружении в моче 10^5 КОЕ в 1 мл или бактериурии при микроскопии без клинических признаков заболевания мочевой системы.

Для цистита у беременных было характерно начало с синдромом острой дизурии. Все пациенты отмечали частое, малыми порциями, болезненное мочеиспускание, наблюдали императивные позывы на мочеиспускание. Клиническими симптомами также были дискомфорт или боль внизу живота, помутнение мочи, повышение температуры до субфебрильных цифр.

Исследование мочи показало наличие бактериурии при микроскопии, кроме того, в практике доступны лабораторные скрининги мочи на бактериурию с помощью тестов: окраска по Граму с обнаружением грамотрицательных или грамположительных возбудителей, эстеразный тест, нитритный тест, объединенный эстеразный и нитритный тест. Обнаружение бактериурии «+» соответствует 10^5 КОЕ в 1 мл мочи. При исследовании мочи обнаруживается лейкоцитурия. Бактериологическое исследование в большинстве исследований показало наличие в моче кишечной палочки (71%), кроме того, выявлены клебсиелла (9%), энтерококки (7%), стафилококки (4%), протей (3%), синегнойная палочка (2%), энтеробактерии (1%).

Пациентам с циститом и бессимптомной бактериурией проведена антибактериальная терапия нитрофурантоилом, фосфомицином, трометамолом, цефиксимом, цефтибутеном. В 2 наблюдениях на основании определения чувствительности посева мочи проведена терапия амоксициллином/клавулановой кислотой. Контроль эффективности терапии цистита и бессимптомной бактериурии проведен через 2 недели культуральным исследованием мочи. Критерием излеченности являлись исчезновение клинических симптомов и нормализация анализов мочи.

Выводы. Своевременная клиническая диагностика цистита и бессимптомной бактериурии у беременных позволяет провести эффективную фармакотерапию, направленную на элиминацию микроорганизмов.

Список литературы

1. Guideline of guidelines: management of recurrent urinary tract infections in women / M. Kwok, S. McGeorge, J. Mayer-Coverdale [et al.] // BJU international. – 2022. – Vol.130, Suppl 3. – P. – 11-22. Doi: 10.1111/bju.15756.
2. Urinary tract infections in pregnancy / Y. Ansaldi, B. Martinez de Tejada Weber. // Clinical microbiology and infection. – 2023. – Vol. 29, N 10. – P. 1249-1253. Doi: 10.1016/j.cmi.2022.08.015.

3. Which antibiotic for urinary tract infections in pregnancy? A literature review of international guidelines / Corrales M, Corrales-Acosta E, Corrales-Riveros JG. // Journal of clinical medicine. – 2022. – Vol. 11, N 23. – P. 7226. Doi: 10.3390/jcm11237226.

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФАРМАКОТЕРАПИИ САХАРНОГО ДИАБЕТА
ВТОРОГО ТИПА

Лазарева И.А., Баишманова А.А.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра фармакологии

Актуальность. В XXI веке сахарный диабет представляет собой масштабную медико-социальную проблему глобального значения. Его растущая распространенность делает эффективную профилактику и лечение сахарного диабета и его осложнений приоритетной задачей здравоохранения. Разработка и внедрение инновационных препаратов и методов терапии для улучшения гликемического контроля и качества жизни пациентов с сахарным диабетом второго типа остаются критически важной областью исследований [2,3].

Цель исследования – оценить эффективность и безопасность современных лекарственных препаратов для лечения сахарного диабета 2-го типа, проанализировать современные методы фармакотерапии, выявить основные преимущества и ограничения различных классов лекарственных средств и определить их влияние на клинические показатели лечения.

Материалы и методы исследования. Проведён систематический анализ научных публикаций, посвящённых фармакотерапии сахарного диабета второго типа.

Результаты исследования. Сахарный диабет – это группа различных метаболических нарушений, приводящая к изменению усвоения глюкозы в организме, которая возникает в результате абсолютного или относительного недостатка гормона инсулина. Инсулин-гормон, по своей природе белок, полипептид, который взаимодействует с рецепторами. Инсулин, в свою очередь, увеличивает проницаемость для глюкозы, он выносит глюкозу из крови в ткани, где далее моносахарид включается в различные метаболические процессы. При сахарном диабете второго типа, клетки теряют восприимчивость к инсулину за счёт некоторых факторов, таких как увеличение количества висцерального жира, приём определённых лекарственных средств, генетические факторы, что в итоге приводит к гиперосмолярной коме, диабетической нефропатии, ретинопатии, полинейропатии, синдрому диабетической стопы. При терапии сахарного диабета второго типа преследуют некоторые задачи: стимулировать синтез инсулина, снижение инсулинорезистентности тканей, притормаживание выброса глюкозы, замедление ее всасываемости из кишечника в кровоток, восстановление соотношения фракций липидов в крови, соблюдение диеты, лечебная физкультура, активный образ жизни, прием лекарственных средств [1]. Один из первых препаратов назначаемым при выявленном сахарном диабете второго типа является метформин из группы биганидов. Его достоинства: помогает печени вырабатывать меньше глюкозы, делает ткани более чувствительными к собственному инсулину и немного замедляет всасывание глюкозы в кишечнике. Что касается современных препаратов при сахарном диабете второго типа, к ним относят: Ингибиторы ДПП-4, данные сахароснижающие препараты повышают уровень гормонов желудочно-кишечного тракта, которые регулируют уровень глюкозы. Инкретины, в свою очередь, оказывают многостороннее действие: они угнетают секрецию глюкагона, тем самым способствуя усилению инсулинового ответа, замедляют моторику желудка и, как следствие, приводят к снижению концентрации глюкозы в крови, а также снижают её уровень после еды. Их плюс – мягкое действие и безопасность.

Ингибиторы SGLT2 – это новые препараты, которые помогают почкам выводить лишнюю глюкозу с мочой, белок, ответственный за реабсорбцию глюкозы из первичной мочи обратно в кровоток, избирательно блокируется, в результате данной блокады почки частично утрачивают свою способность возвращать глюкозу обратно в организм, что ведёт к увеличению экскреции глюкозы с мочой, а соответственно и к снижению уровня глюкозы в целом. Они не только снижают уровень сахара в крови, но и защищают сердце и почки.

Агонисты рецепторов ГПП-1 – эти препараты имитируют действие гормона, который стимулирует выработку инсулина, подавляет аппетит, замедляет переваривание пищи и снижает выработку глюкагона. Производные сульфонилмочевины – группа пероральных средств, которая стимулирует поджелудочную железу вырабатывать больше гормона, при большей секреции гормона существует большая вероятность инсулина попасть в рецептор, после чего глюкоза сможет войти в клетку. Это эффективные препараты, но их нужно применять с осторожностью, так как они могут вызвать снижение сахара в крови ниже нормы. Глиниды – препараты, действие которых основано на секрецию инсулина β -клетками поджелудочной железы. Ключевой характеристикой глинидов является их способность оперативно и направленно стимулировать высвобождение инсулина в ответ на поступление пищи в организм, это обеспечивает более эффективную регуляцию уровня глюкозы в крови после приема пищи и минимизирует вероятность гипогликемических состояний, в отличие от некоторых других альтернативных средств. Указанные свойства глинидов позволяют персонализировать терапевтический подход, корректируя дозу препарата в соответствии с пищевыми привычками пациента, более эффективно действуют на пациентов, у которых сахар сильно повышается после приёмов пищи, а также на тех, кто питается нерегулярно. Тиазолидин-дионы – применяется в практике особенно в тех случаях, когда использование метформина вызывает непереносимость или не обеспечивает адекватного контроля уровня глюкозы. Механизм действия этих препаратов основан на увеличении восприимчивости тканей – мышечной, жировой и печеночной – к инсулину, что способствует снижению концентрации сахара в крови [4].

Выводы. Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод о том, что терапия сахарного диабета 2 типа представляет собой комплексный подход, направленный на коррекцию метаболических нарушений. Современные препараты обеспечивают эффективный гликемический контроль и снижают риск осложнений. Дальнейшие исследования помогут улучшить лечебные стратегии и качество жизни пациентов.

Список литературы

1. Дедов, И.И., Шестакова, М.В., Майоров, А.Ю., и др. Сахарный диабет 2 типа. Клинические рекомендации. // Сахарный диабет. – 2023.
2. Майоров, А.Ю., Мельникова, О.Г., Суркова, Е.В. Инсулинотерапия при сахарном диабете 2 типа: современные подходы и перспективы. // Сахарный диабет. – 2020. – Т. 23. – № 3. – С. 257-268.
3. Никитина, И.Л., Дроздова, Л.Ю. Современные аспекты применения ингибиторов SGLT2 в терапии сахарного диабета 2 типа. // Consilium Medicum. – 2020. – Т. 22. – № 9. – С. 89-94.
4. Гастроэнтерология. Национальное руководство / Под ред. В.Т. Ивашкина, Т.Л. Лапиной, 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 816 с.

ЛЕЙКЕМОИДНЫЕ РЕАКЦИИ У БЕРЕМЕННЫХ

Смирнова Т.Л.

Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова
Кафедра акушерства и гинекологии

Актуальность. Лейкемоидные реакции дают сходную картину с лейкозами. Нейтрофильные лейкемоидные реакции встречаются чаще в популяции и у беременных. Причиной развития лейкемоидных реакций у беременных являются септические процессы: пневмонии, респираторные и кишечные инфекции, ВИЧ-ассоциированные инфекции, пиелонефрит, аппендицит, прием лекарственных препаратов [1]. Следует иметь в виду, что у беременных количество лейкоцитов в крови может повышаться в III триместре беременности до $10-12 \times 10^9/\text{л}$, на фоне отсутствия значительных колебаний общего числа лимфоцитов, что расценивается как физиологическое изменение [2]. Кроме того, вырабатываемые плацентой биологически активные вещества, могут вызывать неспецифическое повышение активности миелоидного ростка кроветворения. Специалисты расценивают миелоидные реакции как

подтверждение синдрома системного воспалительного ответа, который возникает при инфекционных заболеваниях матери и может привести к развитию внутриутробной инфекции и гибели плода [3]. Оценка параметров гемограммы и обследование беременных должны позволить установить диагноз, провести дифференциальную диагностику.

Цель исследования – провести динамическое наблюдение беременных с лейкемоидными реакциями.

Материал и методы исследования. Исследование проведено на базе БУ «Новочебоксарский перинатальный центр» Минздрава Чувашии. Под нашим наблюдением находились 3 женщины с лейкемоидными реакциями миелоидного типа. Проведено обследование: общий анализ крови, анализ мочи, биохимический анализ крови, коагулограмма, ультразвуковое исследование плода, плаценты, почек и органов брюшной полости, доплерометрия кровотока в маточных артериях, сосудах пуповины, аорте плода, кардиотокография.

Результаты исследования. В динамике беременности в общем анализе крови выявлены показатели: эритроциты $3,8 \pm 0,5 \times 10^{12}/\text{л}$, гемоглобин 119 г/л, тромбоциты $260 \pm 20,6 \times 10^9/\text{л}$, лейкоциты $20,9 \pm 10^9/\text{л}$, нейтрофилы $19,1 \pm 0,510^9/\text{л}$, миелоциты $2 \pm 1\%$, палочкоядерные $14 \pm 2\%$, сегментоядерные $68 \pm 5\%$, эозинофилы $2 \pm 1\%$, лимфоциты $5 \pm 3\%$, моноциты $7 \pm 3\%$, скорость оседания эритроцитов $42 \pm 5,3$ мм/ч. Проведены дифференциальная диагностика с острым лимфобластным лейкозом, хроническим миелобластным лейкозом. Пациентам установлена гестационная миелоидная реакция.

Проведен амбулаторный контроль состояния кожи и слизистых оболочек, лимфатических узлов, печени, селезенки, регулярный объективный осмотр пациентов. Лабораторное исследование крови и с-реактивного белка выполнено с частотой 1 раз в месяц. Течение беременности у пациентов осложнилось развитием плацентарной недостаточности по данным УЗ-исследования. Показаний для назначения антибиотиков не наблюдалось. Роды наступили в срок, оценка новорожденных по шкале Апгар 8/9 баллов. Послеродовый период протекал без осложнений, произошли нормализация показателей гемограммы.

Выводы. Динамическое наблюдение, лабораторное обследование и проведение дифференциальной диагностики позволили установить пациентам гестационную миелоидную реакцию.

Список литературы

1. Миелоидная реакция у беременной с ремиссией острого лимфобластного лейкоза: сепсис, рецидив или особенность гестации? / И.А.Аргунова // Трудный пациент. 2020. – Т. 18, № 8-9. – С. 39-43. Doi: 10.24411/2074-1995-2020-10059.
2. Физиологические изменения в системе гемостаза во время беременности / А.С. Сушкевич // Медицина: вызовы сегодняшнего дня: материалы V Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, июль 2018 г.). – Санкт-Петербург: Свое издательство, 2018. – С. 35-40. URL: <https://moluch.ru/conf/med/archive/304/14387>.
3. Two cases of leukemoid reaction in premature infants caused by fetal inflammatory response syndrome/ M.T. Feng, Q. Ji, D.D. Liu, W. Xu // BMC Pediatr. 2024. – Vol. 24, N 1. – P. 546. Doi: 10.1186/s12887-024-05006-4.

ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО ГОМЕОСТАЗА У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ ПОСЛЕ ЛЕЧЕНИЯ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ НА ПРИМЕРЕ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ (ЖЕЛЕЗО, МЕДЬ, СЕЛЕН)

Лобаева Т.А., Жуковская Е.В., Скальный А.В.

Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы

Кафедра медицинской элементологии МИ РУДН;

Медицинский университет МГИМО-МЕД

Кафедра фундаментальных дисциплин

Актуальность. Живые организмы представляют собой высокоорганизованные биохимические системы, способные поддерживать динамическое постоянство, то есть стационарное состояние в условиях нестабильной внешней среды. Эта фундаментальная способность к сохранению внутреннего равновесия является ключевым условием их выживания и функционирования [1].

Гомеостатические механизмы, обеспечивая стабильность условий для клеточных процессов, создают функциональную автономию организма от колебаний внешней среды. Степень этой независимости напрямую коррелирует с эффективностью работы гомеостатических систем. Важнейшей частью биохимического равновесия здорового организма становится соотношение макро-, микро- и ультрамикроэлементов, то есть элементный гомеостаз (ЭГ) индивидуума [2, 3].

ЭГ человека входит в число его уникальных биологических характеристик и является показателем психического, физического и социального благополучия любого человека. Особую роль играет изучение ЭГ на разных стадиях онтогенеза в норме и при патологии (дисэлементозы) [4].

Большое значение в оценке уровня дисэлементозов популяции играет обследование детей, проживающих на урбанизированных территориях и сталкивающихся с воздействием токсичных факторов окружающей среды. Нарушение адаптационных возможностей молодого организма может вызвать развитие опухолевого роста. Однако и в ходе лечения злокачественных новообразований (ЗНО) врачи могут столкнуться с проблемой нарушения ЭГ и необходимостью коррекции данного состояния [5, 6].

Цель исследования. Цель нашего исследования заключается в изучении элементного портрета (ЭГ) детей и подростков, прошедших лечение злокачественного новообразования, выявлении закономерностей, которые позволят решить проблемы связанные с коррекцией состояния здоровья онкологических пациентов.

Материалы и методы исследования. Нашей исследовательской группой было проведено полномасштабное исследование 564 детей и подростков возраста от 0 до 18 лет, находящихся на стадии ремиссии после перенесенных ЗНО в лечебно-реабилитационном научном центре «Русское поле» (НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева). Согласно плану исследования были сформированы исследовательская и контрольная группы. Контрольная группа сформирована из числа детей и подростков, обследованных в Центре биотической медицины (Москва, Россия).

В исследование были включены дети и подростки в возрасте от 4 до 18 лет без онкологических заболеваний в анамнезе и других хронических соматических заболеваний. Кроме того, все участники контрольной группы сообщили, что в течение последнего года перед исследованием не употребляли препараты, содержащие макро- и микроэлементы.

Для комплексной оценки ЭГ пациентов был использован метод масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS). В качестве биосубстратов у пациентов были забраны пробы волос (проксимальные участки прядей), использована слюна и сыворотка крови пациентов.

Результаты исследования. Наиболее информативные результаты изменения гомеостаза эссенциальных элементов выявлены у пациентов в группе "С 40.0" (Злокачественное новообразование лопатки и длинных костей верхней конечности).

Показано существенное изменение содержания изучаемых биоэлементов у девочек (F) и мальчиков (M). Можно отметить тенденцию к увеличению уровня железа и меди в организме детей и подростков, особенно в слюне.

Наибольшее среднее отклонение избытка железа в сыворотке крови наблюдается в организме девушек и юношей 18+. В слюне и волосах пациентов аналогичная тенденция к кумуляции биоэлементов наиболее характерна для мальчиков и юношей от 12-18 лет, а также в группе 18+.

Для меди также прослеживается тенденция к увеличению содержания биоэлемента в сыворотке крови и в слюне, но отсутствует накопление в волосах. Среднее отклонение избытка меди в сыворотке крови относительно равномерно наблюдается во всех половозрастных группах, наиболее отчетливо в группе мальчиков 18+. Также отмечено накопление меди в слюне, особенно для девочек от 12-18 лет. В волосах пациентов наблюдается тенденция к дефициту меди, что указывает на перераспределение меди после лечения ЗНО и явном нарушении ее гомеостаза. Среднее отклонение дефицита меди в волосах максимально у девушек старше 18 лет и у юношей 12-18 лет.

Для эссенциального элемента селен наблюдается противоположная картина. Результаты свидетельствуют, что в сыворотке крови молодых пациентов имеется серьезный дефицит селена. В слюне наибольший дефицит отмечается у мальчиков и юношей 12-18 лет. Интересным наблюдением является отклонение содержания селена в волосах. Для девочек и девушек в возрасте 12-18 лет, а также старше 18 лет превалирует накопление селена в биосубстрате, что говорит, о перераспределении селена после лечения ЗНО и явном нарушении его гомеостаза, для мальчиков отмечается тенденция к снижению данного микроэлемента в волосах.

Выводы.

Полученные нами данные показывают необходимость строгой коррекции текущего состояния элементного обмена пациентов после лечения ЗНО со стороны врачей. В фокусе специалистов должны оказаться все макроэлементы, микроэлементы, токсичные и условно-токсичные биоэлементы.

Детальное изучение изменения элементного гомеостаза у детей и подростков после перенесенного ЗНО позволят детально планировать в стационаре реабилитационные мероприятия, проводить своевременную детоксикацию организма детей и подростков в случае накопления токсичных элементов и восполнение дефицита эссенциальных элементов.

Полученные нами данные являются основой для разработки новых схем нутрицевтической и фармакологической микроэlementной поддержки молодых пациентов с онкологическими заболеваниями, составления руководств и протоколов для врачей в обеспечении полноценной жизни и здоровья в реабилитационных центрах.

Список литературы

1. Агаджанян Н.А., Скальный А.В., Детков В.Ю. Элементный портрет человека: заболеваемость, демография и проблема управления здоровьем нации // Экология человека. – 2013. – Т. 20. – №11. – С. 3-12. doi: 10.17816/humeco17282
2. Andersson L., Claesson A.-S., Dantoft T.M. et al. Chemosensory perception, symptoms and autonomic responses during chemical exposure in multiple chemical sensitivity. // Int Arch Occup Environ Health. 2015; 89: 79–88. DOI: 10.1007/s00420-015-1053-y
3. Haanes J.V., Nordin S., Hillert L. et al. Symptoms associated with environmental factors (SAEF) – Towards a paradigm shift regarding «Idiopathic environmental intolerance» and related phenomena. // J Psychosom Res. 2020; 131: 109955. DOI: 10.1016/j.jpsychores.2020.109955

4. Корсаков А. В., Михалев В. П., Трошин В. П. Комплексный экосистемный анализ техногенных изменений состава среды на территориях Брянской области // Вестник ВГУ. Серия: Химия, биология, фармация. 2010. № 1. С. 86–93.
5. Жуковская Е.В., Бондаренко В.П., Карелин А.Ф. Предпосылки изучения содержания микроэлементов в биосубстратах у детей и подростков с онкологическими заболеваниями в период реабилитации // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 9-3. С. 365-368; URL: <https://applied-research.ru/article/view?id=10252> (дата обращения: 05.05.2025).
6. Zhukovskaya EV, Lobaeva TA, Karelin AF, Korobeynikova TV, Rumyantsev AG, Skalny AV. Elemental homeostasis in children and adolescents after completion of antitumor therapy for malignant neoplasms. RUDN Journal of Medicine. 2025;29(3):321—334. doi: 10.22363/2313-0245-2025-29-3-321-334.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОЖИ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМИ ДЕРМАТОЗАМИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ТОПИЧЕСКИХ ГЛЮКОКОРТИКОСТЕРОИДОВ

Харахордина Ю.Е., Шварц Н.Е., Переверзева И.В.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра дерматовенерологии

Научный руководитель – д.м.н., профессор Силина Л.В.

Актуальность. Хронические дерматозы занимают значительное место в структуре заболеваемости современного общества. Многообразие клинических форм и вариантов течения, разнообразие коморбидной патологии у пациентов создает предпосылки к формированию новых оптимальных способов и методов воздействия. Для купирования островоспалительных явлений наиболее часто используют топические стероиды – лекарственные средства, которые позволяют воздействовать на патогенетические механизмы и клиническую симптоматику [1]. Арсенал глюкокортикостероидов для наружного использования весьма обширен. Можно подобрать препарат адекватный для лечения не только по силе действующего вещества, но и по лекарственной форме, что позволяет увеличить эффективность терапии. Однако, подавляя островоспалительные реакции стероидные препараты неблагоприятно воздействуют на кожу. Это выражается, в первую очередь в снижении ее функциональных, в частности регенераторных свойств. Что делает актуальным разработку эффективной программы реабилитации.

Цель исследования – разработка программ межрецидивного восстановления кожного барьера у пациентов с хроническими дерматозами.

Задачи:

1. Охарактеризовать нежелательные эффекты влияния топических стероидов на кожный барьер;
2. Провести анализ ассортимента препаратов, восстанавливающих кожный барьер;
3. Провести сравнительный анализ эффективности действия разных групп восстанавливающих, увлажняющих и питательных препаратов и возможности их применения при различных хронических дерматозах.

Материалы и методы исследования. Литературные источники, описывающие патогенез и клинику постстероидных осложнений в работе кожного анализатора, данные аптечной сети и регистра лекарственных средств. В процессе работы были применены следующие методы исследования: анализ научной литературы, анализ Интернет – ресурсов, описательный, сравнительный методы, обобщение и систематизация.

Результаты исследования. Атопический дерматит – это хроническое рецидивирующее аллергическое заболевание, характеризующееся высокой сухостью, раздражимостью и гиперчувствительностью кожи, зудом. Применение глюкокортикостероидов в терапии атопического дерматита вызывает нарушение процессов регенерации и восстановления кожного барьера, что в совокупности с патогенетическими механизмами самого заболевания диктует

необходимость дополнительного применения эмоленов. При атопическом дерматите эмоленты рекомендуются всем пациентам независимо от тяжести заболевания, постоянно (как в периоды обострений, так и в периоды ремиссий). Препараты рекомендуется наносить в течение 3-4 раз в день, а также использовать формы в виде гелей для мытья, масла для ванны вместо обычных мыла и шампуней. Применение мазевых форм рекомендуется преимущественно в зимнее время, тогда как в летний период следует отдать предпочтение гелям и кремам, а также лосьонам, если нет выраженного ксероза. Выбор препарата-эмоленга осуществляется с учётом индивидуальных особенностей. Рекомендуется применение препаратов, содержащих в составе растительные масла (масло Каноло, масло Ши, масло Макадамии, масло Инка Инчи, масло Льна, кукурузное масло), глицерин, мочевины, гиалуронат натрия, аргинин, керамиды. Рекомендуются препараты с аллантоином и пантенолом, обладающие успокаивающим и заживляющим эффектом.

Ксероз при псориазе обусловлен самим патогенезом заболевания (нарушение пролиферации кератиноцитов и архитектоники эпидермальных слоев в очагах) и может усугубляться применением топических, системных препаратов, методов ФТ (ксероз всего кожного покрова). В связи с этим использование эмоленов, в том числе содержащих кератолитики, показано всем пациентам. Рекомендуется применять эмоленты 1-3 раза в день (в зависимости от степени выраженности ксероза) на пораженные участки кожи тонким слоем, а также после купания. Наиболее эффективно применение эмоленов, содержащих 10% мочевины, обладающую также и отшелушивающим действием. Также рекомендованы эмоленты, содержащие растительные масла, сквалан, гиалуронат натрия, аллантоин и дексапантенол, жирорастворимые витамины (А, D и Е).

Для различных форм экземы характерно сочетание воспаления клеточного типа и нарушение функции эпидермиса, что делает необходимым применение топических глюкокортикостероидов, а также увлажняющих, смягчающих и восстанавливающих препаратов, восстанавливающих регенерационный потенциал кожи и её нормальную структуру, нарушаемую также и вследствие длительного применения местной гормональной терапии. Использование эмоленов рекомендуется после ликвидации острых воспалительных явлений длительно. Рекомендовано применение препаратов, содержащих вазелин, глицерин, керамиды, мочевины, жирорастворимые витамины, а также филагтринол, усиливающий синтез эндогенного филагтрина, 2-3 раза в день. Для уменьшения гиперпигментации, возникающей при длительном применении глюкокортикостероидов, рекомендовано применение никотиамида, который может входить в состав комбинированных эмоленов [2].

При присоединении вторичной инфекции или высоком риске её развития, связанном с иммуносупрессивным действием глюкокортикостероидов, применяют комбинированные препараты топических глюкокортикостероидов с антибактериальными и антимикотическими средствами (гентамицин, эритромицин, клотримазол, экконазол). При наличии трещин, эскориаций, эрозий и язв целесообразно назначать репаративные и заживляющие плёнки. При образовании грубых рубцов после глубоких язвенных дефектов возможно применение топической гиалуронидазы.

Восстановление нормального функционирования кожного барьера является неотъемлемым моментом в фармакологическом сопровождении пациентов, страдающих различными дерматологическими заболеваниями. Современные эмоленты, репаративные и другие группы восстанавливающих средств позволяют добиться нормальной влажности, упругости, эластичности кожи, восстановить физиологический барьер, предупреждающий проникновение микроорганизмов, снизить число обострений и увеличить длительность ремиссий при атопическом дерматите, экземе, псориазе и других дерматозах [3].

Таким образом, существование различных лекарственных форм активной наружной терапии в виде топических глюкокортикостероидов и ингибиторов кальциневрина, а также её дополнение препаратами, способствующими восстановлению эпидермального барьера, позволяет реализовать персонализированный подход к лечению хронических дерматозов.

Выводы.

1. Длительное применение топических глюкокортикостероидов может привести к развитию таких нежелательных эффектов, как задержка регенерации, истончение и нарушение трофики кожи вплоть до атрофии, медленное заживание ран, эритема, розацеоподобный дерматит, реактивный дерматит, телеангиоэктазии, кровоизлияния, стероидные угри, гипертрихоз, гипопигментация и гиперпигментация, присоединение инфекции.

2. С целью восстановления кожного барьера могут быть использованы различные группы лекарственных препаратов: эмоленты, репаратанты, витамины, влияющие на пластический обмен (пантотеновая кислота) и жирорастворимые витамины, микроэлементы (цинк), биогенные стимуляторы растительного и животного происхождения (алоэ, масла облепихи, пихты и шиповника, апилак, прополис, актовегин, солкосерил, румалон).

3. Немаловажным является наличие дополнительного антибактериального, антимикотического, противовоспалительного и иммунокорректирующего действия у комбинированных препаратов для лечения хронических дерматозов.

Список литературы.

1. Герасимова А. И. Глюкокортикостероиды – показания и побочные эффекты / А. И. Герасимова // Университетская клиника : [сайт]. – 2022. – URL : <https://unclinic.ru/gljukokortikosteroidy-pokazaniya-i-pobochnye-jeffekty/> (дата обращения 13.10.2024).
2. Литовкина, А. О. Современные эмоленты: состав определяет принцип работы / А.О. Литовкина // Вестник аллерголога-иммунолога : электронный журнал. – URL: <https://allergovestnik.ru/sovremennye-emolenty-sostav-opredelyaet-princip-raboty-2/?ysclid=m27kh4jrau803743011>. – Дата публикации: 24 марта 2023.
3. Регенеранты и репаратанты // Регистр лекарственных средств России РЛС : [сайт]. – Москва. – URL: <https://www.rlsnet.ru/pharm-groups/regeneranty-i-reparanty-98> (дата обращения 13.10.2024).

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ И НЕФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КОРРЕКЦИИ ГОМЕОСТАЗА

Руденко А.В.

**Курский государственный медицинский университет
Кафедра фармакологии**

Научный руководитель – к.м.н., доцент Полякова О.В.

Актуальность. Нарушение гомеостатических механизмов лежит в основе патогенеза большинства заболеваний. Современная медицина предлагает два принципиально различных подхода к коррекции этих нарушений: фармакологический (использование лекарственных средств) и нефармакологический (исключая применение препаратов при лечении). Вопрос их сравнительной эффективности, безопасности, целесообразности и синергизма является ключевым для разработки оптимальных клинических стратегий.

Цель исследования – выявить достоинства и недостатки фармакологических и нефармакологических принципов коррекции нарушений гомеостаза.

Материалы и методы исследования. В качестве материалов исследования взяты научные статьи, опубликованные на платформах КиберЛенинка и Elibrary.ru. Используются методы анализа имеющихся научных материалов, сравнительного анализа и обобщения полученных данных.

Результаты исследования. Суть фармакологической коррекции гомеостаза заключается в применении лекарственных средств, целенаправленно воздействующих на физиологические системы саморегуляции для поддержания постоянства внутренней среды.

Фармакологическая коррекция гомеостаза реализуется через несколько ключевых принципов. Чаще всего применяются целевые препараты, избирательно действующие на рецепторы клеток-мишеней, корректируются количественные нарушения: восполняется дефицит веществ (например, инсулин, электролиты) или нейтрализуется избыток (диуретики).

Осуществляется модуляция нейроэндокринной системы через воздействие на гипоталамус и гипофиз. Также применяются интракорпоральные методы – внутривенное введение растворов и лекарств для прямой нормализации внутренней среды [1].

Нефармакологическая коррекция представляет собой комплекс лечебно-оздоровительных подходов, основанных на немедикаментозном воздействии на организм. К таким методам относятся: физиотерапевтические процедуры, мануальные техники, психотерапевтические практики, а также изменение образа жизни (правильное питание, здоровый сон, оптимальная физическая активность, отказ от вредных привычек) [2].

К примеру, на амбулаторном этапе лечения дозированная физическая активность рассматривается в качестве оптимального немедикаментозного метода терапии пациентов с хронической суставной болью и болями в спине. Согласно рекомендациям Международного общества по изучению остеоартроза (OARSI), эффективность аэробных физических нагрузок в терапии болевого синдрома превосходит результат применения НПВС, что подчеркивает исключительную роль немедикаментозных методов [2].

Ещё одним примером нефармакологической коррекции гомеостаза является экстракорпоральная детоксикация (ЭД) – методы очистки крови и других биологических жидкостей вне организма пациента с помощью специального оборудования (аппараты для гемодиализа, плазмафереза) [3].

В результате сравнительного анализа двух методов коррекции гомеостаза были выявлены их достоинства и недостатки.

К преимуществам фармакологической коррекции постоянства внутренней среды относятся:

1. Высокая специфичность и скорость действия.
2. Стандартизированные дозировки и предсказуемость эффекта.
3. Незаменимость при выраженных декомпенсированных нарушениях и в условиях необходимости экстренной помощи.

Выявлены следующие недостатки:

1. Побочные эффекты (например, желудочно-кишечные расстройства от метформина, миопатия от статинов).
2. Риск полипрагмазии и лекарственных взаимодействий.
3. Не всегда устраняют первопричину нарушения (часто требуют пожизненного приема при хронических заболеваниях).
4. Финансовая нагрузка на пациента/систему здравоохранения.

Среди преимуществ нефармакологической коррекции гомеостаза выделены:

1. Высокий профиль безопасности.
2. Полиорганное положительное воздействие (системный эффект).
3. Устранение коренных причин нарушения гомеостаза.
4. Экономическая доступность в долгосрочной перспективе.

Недостатки и ограничения:

1. Отсроченное наступление клинически значимого эффекта.
2. Необходимость высокой мотивации и заинтересованности пациента.
3. Ограниченная эффективность при тяжелых органических нарушениях.
4. Сложность стандартизации и контроля соблюдения.

Выводы. Подводя итог, необходимо отметить, что хотя нефармакологические методы коррекции гомеостаза и подходят не каждому пациенту, а также требуют большего времени для наступления клинически значимого эффекта, они всё же часто являются более эффективным и безопасным методом для лечения органических нарушений. С другой стороны, фармакологические методы незаменимы при необходимости экстренной помощи и быстрого устранения нарушений несмотря на то, что несут риск возникновения побочных эффектов и полипрагмазии. Таким образом, эффективность и безопасность подходов не является абсолютной и зависит от стадии и тяжести нарушения гомеостаза. При угрожаю-

щих жизни состояниях приоритет остается за фармакотерапией. На ранних стадиях и с целью профилактики – за нефармакологическими методами.

Список литературы

1. Кирковский, В. В. Интракорпоральные методы коррекции гомеостаза / В. В. Кирковский // Белорусский медицинский журнал. – 2003. – № 3(5). – С. 76-79. – EDN RSKBOT.
2. Нефармакологические методы лечения как способ повышения безопасности фармакотерапии и профилактики полипрагмазии у пациентов старше 60 лет / А. П. Переверзев, О. Н. Ткачева, Ю. В. Котовская [и др.] // Безопасность и риск фармакотерапии. – 2018. – Т. 6, № 4. – С. 174-179. – DOI 10.30895/2312-7821-2018-6-4-174-179. – EDN YPWRBR.
3. Садыков, Р. А. Терапевтический плазмаферез на этапе экстракорпоральной детоксикации / Р. А. Садыков, О. В. Ким, З. Р. Хайбуллина // Вестник интенсивной терапии. – 2015. – № 4. – С. 49-52. – EDN WDJLSB.

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ДОСТАВКИ ПРОТИВООПУХОЛЕВЫХ ПРЕПАРАТОВ

Хачатрян В.А., Лазарева И.А.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра фармакологии

Актуальность. Традиционные пути введения и лекарственные формы (таблетки, растворы для инъекций, мази) зачастую имеют ряд существенных недостатков: низкую биодоступность, отсутствие селективности действия, необходимость частого дозирования и наличие системных побочных эффектов. Эти ограничения особенно критичны в лечении таких социально значимых заболеваний, как онкологические, сердечно-сосудистые, нейродегенеративные и аутоиммунные патологии. Современная фармация и медицина движутся в сторону персонализированного подхода, где ключевую роль играет не только разработка новых фармакологически активных веществ, но и создание эффективных и безопасных систем их доставки [1].

Цель исследования – анализ современных систем доставки лекарственных препаратов, их классификации, механизмов действия, преимуществ и перспектив применения в клинической практике.

Материалы и методы. Для подготовки обзора был проведен анализ научной литературы за последние 5-7 лет с использованием баз данных PubMed, Web of Science и Google Scholar. Методология исследования основана на систематизации и сравнительном анализе данных, полученных из рецензируемых научных публикаций, клинических испытаний и обзоров.

Результаты исследования. Современные системы доставки лекарственных препаратов представляют собой стратегически важное направление в фармакологии, позволяющее преодолеть ограничения традиционных лекарственных форм. К наноразмерным системам доставки относятся липосомы, представляющие собой сферические везикулы на основе фосфолипидов, полимерные наночастицы, изготавливаемые из биосовместимых и биodeградируемых полимеров, а также мицеллы, формируемые амфифильными блоками-сополимерами в водной среде. Эти системы позволяют осуществлять контролируемое высвобождение препарата в течение длительного времени, могут функционализироваться лигандами для таргетной доставки и идеальны для доставки плохо растворимых в воде препаратов.

Существуют системы с активным и пассивным транспортом. Пассивный таргетинг основан на анатомо-физиологических особенностях патологических тканей, например на повышенной проницаемости сосудов опухоли [6]. Активный таргетинг предполагает присоединение к поверхности наноносителя специфических лигандов, таких как антитела, пептиды, аптамеры или фолиевая кислота, которые узнают и связываются с рецепторами на мембране клеток-мишеней [3]. Отдельную группу составляют стимул-чувствительные системы, в которых высвобождение лекарства происходит в ответ на специфические внутренние стимулы,

например изменение pH, уровня редокс-потенциала или концентрации ферментов, или внешние стимулы, такие как магнитное поле, ультразвук, свет или температура. Например, в опухолевой ткани pH обычно ниже, чем в здоровой, что используется для разработки pH-чувствительных носителей. Широко исследуются биологические системы доставки, использующие естественных курьеров организма, таких как экзосомы и клетки крови, например эритроциты-призраки, которые обладают высокой биосовместимостью и способностью преодолевать биологические барьеры. Имплантаты обеспечивают длительную, в течение недель или месяцев, локальную доставку препарата [2, 4]. Трансдермальные пластыри обеспечивают контролируемое поступление лекарства через кожу, минуя желудочно-кишечный тракт, как в случае никотиновых пластырей или пластырей с фентанилом. Основными преимуществами этих систем являются повышение биодоступности и терапевтической эффективности лекарств, снижение токсичности и частоты побочных эффектов, возможность таргетной доставки к конкретным органам, тканям или клеткам, а также обеспечение контролируемого и пролонгированного высвобождения активного вещества [5].

Выводы. Таким образом, современные системы доставки являются ключевым инструментом для медицины будущего, открывая путь к более эффективному, безопасному и комфортному лечению. Дальнейшее развитие области связано с созданием мультифункциональных платформ, сочетающих диагностику и терапию, а также с углублением персонализированного подхода, когда система доставки адаптируется под конкретного пациента и его заболевание.

Список литературы

1. Цепелев В.Ю., Колобаева М.П., Горкавчук В.В. Современные лекарственные формы и способы доставки лекарственных средств // Вестник фармации. – 2023. – №4 (102). – С. 42-53.
2. Ивонин А.Г., Пименов Е.В., Оборин В.А., Девришов Д.А., Копылов С.Н. Направленный транспорт лекарственных препаратов: современное состояние вопроса и перспективы // Известия Коми НЦ УрО РАН. – 2012. – №1 (9). – С. 46-54.
3. Направленный транспорт лекарственных средств: от идеи до внедрения: учебно-методическое пособие / И.И. Кулакова [и др.]; ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России. – Рязань: ОТС и ОП, 2018 –104 с.
4. Ferreira, D. New advances in exosomebased targeted drug delivery systems [Electronic resource] / D. Ferreira, J. N. Moreira, L. R. Rodrigues // Crit. rev. in oncology/hematology. – 2022. – Vol. 172. – Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S104084282200052X?via%3Dihub>.
5. New progress and prospects: The application of nanogel in drug delivery [Electronic resource] / H. Zhang [et al.] // Materials science & engineering C-materials for biological application. – 2016. – Vol. 60. – P. 560–568. – Mode of access: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26706564/>.
6. You, Y. Injectable and biocompatible chitosan-alginate hydrogels [Electronic resource] / Y. You, Y. Xie, Z. Jiang // Biomedical materials. – 2019. – Vol. 14, N 2. – Mode of access: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-605X/aaff3d>

НЕЙРОФАРМАКОЛОГИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Тимофеев И.В.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра фармакологии

Научный руководитель – к.м.н., доцент Полякова О.В.

Актуальность – заболевания центральной нервной системы являются одной из основных причин инвалидизации и снижения качества жизни населения. Современные подходы к терапии требуют поиска новых, более эффективных фармакологических методов лечения.

Цель исследования – сравнительный анализ лекарственных препаратов, применяемых при лечении заболеваний ЦНС: антидепрессантов, антипсихотических препаратов, ноотропов и нейропептидов, а также оценка перспектив использования.

Материалы и методы – материалом исследования являются российские научные публикации 2018–2023 гг.; методы исследования: сбор данных, обработка полученных данных, обобщение данных, представление данных в виде упорядоченных значений.

Результаты исследования – анализ показал, что антидепрессанты нового поколения остаются основой терапии депрессий, сочетая эффективность и безопасность [1]. Атипичные антипсихотики широко применяются при психозах и отличаются лучшей переносимостью [7]. Ноотропы используются для коррекции когнитивных нарушений, хотя их доказательная база ограничена [4, 5]. Отечественные нейропептиды (семакс, селанк) обладают нейропротекторным и анксиолитическим действием и рассматриваются как перспективные средства [2]. Биотехнологические препараты формируют новое направление терапии, открывая перспективы при нейродегенеративных заболеваниях [3]. Эти данные указывают на необходимость персонализированного подхода в фармакотерапии ЦНС (табл. 1).

Таблица 1 – Основные группы препаратов, применяемых при терапии заболеваний ЦНС

Группа препаратов	Примеры	Основные эффекты и область применения
Антидепрессанты	Флуоксетин, сертралин, венлафаксин, вортиоксетин	Снижение симптомов депрессии, улучшение когнитивных функций
Антипсихотики	Галоперидол, рисперидон, оланзапин, клозапин	Контроль психотической симптоматики, снижение риска рецидивов
Ноотропы	Пирацетам, фенотропил, мексидол	Улучшение памяти, концентрации, нейропротекторный эффект
Нейропептиды	Семакс, селанк	Нейропротекторное и анксиолитическое действие, коррекция когнитивных нарушений
Биотехнологические препараты	Моноклональные антитела (адуканаумаб и др.)	Воздействие на молекулярные механизмы нейродегенерации

Современная фармакотерапия заболеваний ЦНС базируется на нескольких ключевых направлениях. Антидепрессанты нового поколения остаются основой лечения депрессий благодаря высокой эффективности и безопасности. В терапии психозов ведущее место занимают атипичные антипсихотики, обладающие лучшей переносимостью. Ноотропные препараты применяются для коррекции когнитивных нарушений, хотя их доказательная база ограничена. Отечественные нейропептиды (семакс, селанк) демонстрируют перспективность в терапии тревожных и когнитивных расстройств. Биотехнологические препараты открывают новые возможности при деменциях и болезни Альцгеймера, воздействуя на механизмы нейродегенерации (рис. 1)

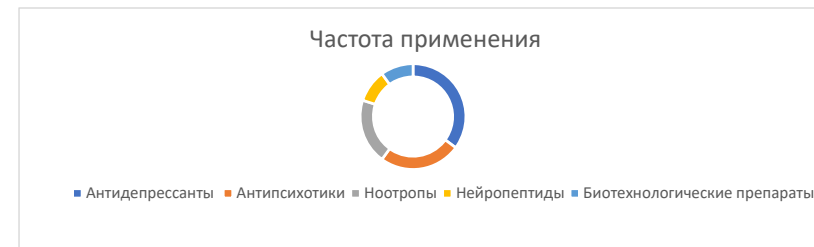


Рисунок 1. Частота назначения препаратов, применяемых при терапии заболеваний ЦНС

Выводы. Современная фармакотерапия заболеваний ЦНС основывается на применении антидепрессантов, антипсихотиков, ноотропов, нейропептидов и биотехнологических препаратов. Антидепрессанты нового поколения сохраняют ведущее значение в терапии депрессий, атипичные антипсихотики отличаются лучшей переносимостью, ноотропы используются при когнитивных нарушениях, а нейропептиды и биотехнологические препараты открывают перспективы дальнейшего развития лечения. Важным направлением остаётся персонализация терапии, обеспечивающая повышение её эффективности и безопасности.

Список литературы

- Поляков В.В. Современные подходы к лечению депрессии // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2019. – Т. 119, №5. – С. 95–101.
- Воробьева О.В., Жарикова А.В. Перспективы применения нейропептидов в клинической практике // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2020. – Т. 28, №1. – С. 34–41.
- Дроздов А.А., Соловьёва Н.В. Фармакогенетика в психиатрии: достижения и перспективы // Российский психиатрический журнал. – 2021. – №3. – С. 15–23.
- Копылова Е.А. Биотехнологические препараты в терапии неврологических заболеваний // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2022. – Т. 77, №2. – С. 112–118.
- Иванова М.С., Плотникова Е.А. Транскраниальная магнитная стимуляция: возможности и ограничения // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2023. – Т. 15, №4. – С. 45–51.
- Смирнов И.В., Куликов А.В. Ноотропные препараты: современные аспекты применения // Фармакология и клиническая фармация. – 2020. – Т. 83, №2. – С. 72–78.
- Белоусов Ю.Б., Громова О.А. Фармакотерапия когнитивных нарушений: современное состояние проблемы // Клиническая фармакология и терапия. – 2018. – Т. 27, №3. – С. 49–55.
- Сычёв Д.А., Игнатъев И.В. Персонализированная фармакотерапия в неврологии: возможности и перспективы // Медицинский совет. – 2021. – №12. – С. 54–61.
- Орлова Н.А., Мельникова С.А. Глубокая стимуляция мозга: клинические и фармакологические аспекты // Журнал высшей нервной деятельности. – 2019. – Т. 69, №6. – С. 755–762.
- Зайцева Л.А., Гордеева Е.А. Нейрофармакология: современное состояние и перспективы развития // Вестник новых медицинских технологий. – 2022. – Т. 29, №4. – С. 11–17.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ФАРМАКОТЕРАПИИ РОЖИ И РОЛЬ ЭНЗИМОТЕРАПИИ В ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЯХ

Лукашенко А.В., Хачатрян В.А.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра инфекционных болезней и эпидемиологии

Научный руководитель – к.м.н., доцент Титарева Л.В.

Актуальность. Стрептококковые инфекции продолжают оставаться в числе наиболее острых проблем здравоохранения во всех странах мира. Рожь (рожистое воспаление) остается широко распространенным инфекционно-аллергическим заболеванием с высокой частотой рецидивов (до 30% случаев). Клинико-эпидемиологическими особенностями рожь на современном этапе являются: увеличение доли тяжелых форм и осложнений с преобладанием в клинической картине заболевания интоксикационного синдрома, вплоть до развития инфекционного токсического шока, преимущественная локализация патологического процесса на нижних конечностях, выраженная склонность к рецидивированию (до 60 %) и формированию хронической лимфопатической недостаточности со слоновостью, приводит к инвалидизации и значительному ухудшению качества жизни пациентов, часто еще в работоспособном возрасте [1].

Ключевое значение в его развитии имеет уровень естественных защитных сил организма. Наиболее уязвимыми группами считаются женщины, а также лица, чья профессиональная деятельность сопряжена с риском микротравм и загрязнения кожных покровов [2, 4]. Рецидивирующая форма заболевания, характеризующаяся ранними и поздними повторами эпизодов, формируется после первичного случая в результате неадекватной терапии, а также при наличииотячающих фоновых и сопутствующих патологий. Терапия пациентов с рожей и профилактика ее рецидивов представляют собой сложную и актуальную задачу для клинической практики [3].

По данным наших многолетних наблюдений, бициллинопрофилактика рожь демонстрирует результативность только при ее систематическом проведении. В связи с этим возникает необходимость в пересмотре подходов к комплексной терапии данной категории больных [4]. Метод энзимотерапии, основанный на использовании биологических катализаторов, участвующих практически во всех метаболических процессах, был известен еще в древних цивилизациях. Препараты для системной энзимотерапии (СЭТ) – это комбинированные средства, содержащие высокоактивные энзимы растительного и животного происхождения, которые обладают противовоспалительным, противоотечным, иммуномодулирующим, фибринолитическим, анальгезирующим, противовирусным и противомикробным действием.

Энзимы модулируют воспалительный процесс, уменьшая отек, боль и гиперемию. Они расщепляют медиаторы воспаления и фибрин, улучшая микроциркуляцию и лимфодренаж. СЭТ нормализует иммунный ответ, снижая патологическую аллергическую реакцию на стрептококковые антигены и корректируя уровень циркулирующих иммунных комплексов. Препятствует образованию микротромбов и фиброзных изменений в лимфатических и кровеносных сосудах, что является ключевым моментом в профилактике рецидивов и лимфостаза. Ускорение рассасывания гематом и инфильтратов. Улучшает репаративные процессы и восстановление тканей [2, 4]. Комбинирование энзимов с антибиотиками способствует росту концентрации последних в очаге поражения и существенно уменьшает общетоксическое воздействие антибактериальной терапии на организм [3].

Цель исследования – исследование было направлено на анализ системных нарушений у пациентов с разными формами рожьистого воспаления, а также на оценку клинической эффективности включения системной энзимотерапии в комплекс лечебных мероприятий при данной патологии.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 55 пациентов с диагнозом «рожь» в возрасте от 39 до 75 лет. Две трети от общего числа наблюдений составили женщины,

причем у данной категории больных рецидивы инфекции фиксировались в 3,6 раза чаще по сравнению с мужчинами.

Результаты исследования. У большинства пациентов (свыше 50%) заболевание протекало в среднетяжелой форме с воспалением на нижних конечностях. Наиболее распространенной была эритематозная форма рожь (32 случая), реже встречались эритематозно-буллезная (13 случаев) и геморрагическая (10 случаев) формы. Среди пациентов преобладали случаи рецидивирующего течения (27 человек), тогда как первичный и повторный эпизоды были зафиксированы у 17 и 11 человек соответственно. Большинство пациентов (34 человека) имели историю болезни до 5 лет. Для лечения 27 пациентам ко стандартной терапии был добавлен препарат «Вобэнзим» по определенной схеме, в то время как 28 человек получали только стандартную схему (антибиотики, дезинтоксикационные, десенсибилизирующие средства, витамины).

В день выписки всем больным было проведено внутримышечное введение Бициллина-5 в дозе 1,5 млн ЕД. Во второй группе наблюдений было зафиксировано статистически значимое повышение частоты клинического выздоровления и снижение значений ПССОФ. Отмечено достоверное сокращение сроков купирования основных симптомов: 1 продолжительность лихорадки уменьшилась на 3,7 дня ($p < 0,001$). Сроки разрешения регионарного лимфаденита сократились на 2,6 дня ($P \leq 0,01$). Болевой синдром в области локального очага купировался на 3,8 дня быстрее ($p < 0,001$).

На фоне приема препарата отмечалось ускоренное купирование местных проявлений (отек, буллы, эритема) и симптомов интоксикации. Анализ отдаленных результатов выявил достоверно более высокую частоту ранних рецидивов в группе сравнения: 5 случаев (9%) на первом году, 6 (10%) на втором и 3 (5%) на третьем году наблюдения. В то же время, среди пациентов, получавших «Вобэнзим», рецидивы в первые два года отсутствовали, а на третий год были зарегистрированы лишь 3 случая (5%). Препарат показал благоприятный профиль переносимости без каких-либо побочных эффектов.

Включение системной энзимотерапии в комплексное лечение рожьистого воспаления позволяет не только купировать острые проявления болезни, но и воздействовать на ключевые патогенетические звенья. Энзимотерапия является важным инструментом для повышения эффективности лечения, снижения частоты и тяжести рецидивов.

Выводы. Таким образом, частота рецидивов рожь после применения традиционных схем лечения остается значительной, что приводит к инвалидизации пациентов и ухудшает их социальную адаптацию. Проведенное исследование подтвердило наличие у препарата «Вобэнзим» дезинтоксикационного противовоспалительного и противорецидивного действия в лечении рожьистого воспаления. Полученные результаты позволяют рекомендовать его для широкого использования в составе комплексной терапии данного заболевания.

Список литературы

- Белова Е.А., Титарева Л.В., Лишук Н.Г., Дворникова Н.Н. Профилактика рецидивов рожь при различных вариантах лечения // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». Курск, – 2007. – №3 – С. 26-28.
- О совершенствовании качества медицинской помощи детям, страдающим системными энзимопатиями; методическое письмо «Системная энзимопатия у детей и подростков» Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 4 окт. 2007г. N 7316-ВС
- Ремезов А.П., Кнорринг Г.Ю. Системная энзимотерапия как способ потенцирования антибактериальных средств // Антибиотики и химиотерапия. 2003- Т.48, N 3. С.30-33.
- Кулакова В.И., Насоновой В.А., Савельева В.С. Системная энзимотерапия. Опыт и перспективы /Под ред. - СПб.: Интер-Медика. – 2004. – 264 с.
- Титарева Л.В., Белоконова Л.В., Рогова Ю.А. Частота возникновения рецидивов рожь при различных схемах лечения // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 81-летию Курского государственного медицинского университета и 50-летию фармацевтического факультета. Курск – 2016 – №1, – С. 444-446.

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ АНТИДЕПРЕССАНТОВ В РАБОТЕ ВРАЧА ОБЩЕЙ ПРАКТИКИ

Хачатрян В.А.

**Курский государственный медицинский университет
Кафедра инфекционных болезней и эпидемиологии
Научный руководитель – к.м.н., доцент Лазарева И.А.**

Актуальность. Оказывая медицинскую помощь, врачи зачастую не в полной мере учитывают высокую частоту психических и поведенческих нарушений у пациентов и их влияние на течение других заболеваний [1]. Расстройства депрессивного спектра занимают одно из ведущих мест в структуре психиатрической заболеваемости во всем мире. По данным ВОЗ, депрессия является основной причиной инвалидности. В условиях ограниченной доступности и сохраняющейся стигматизации специализированной психиатрической помощи, именно врач общей практики становится тем ключевым специалистом, который первым сталкивается с пациентами, страдающими депрессией [3]. До 70-80% таких пациентов изначально обращаются в первичное звено здравоохранения с соматическими жалобами, маскирующими аффективные расстройства. Назначение антидепрессантов (АД) в общей медицинской практике сопряжено с рядом системных, организационных и клинических проблем, которые могут сводить на нет эффективность лечения, приводить к ранней отмене терапии, развитию резистентности и дискредитации метода в глазах пациента. Анализ и поиск путей решения этих проблем являются крайне актуальной задачей для современного здравоохранения [2].

Цель исследования. Проанализировать основные проблемы, возникающие у врача общей практики при назначении и ведении пациентов, получающих антидепрессанты.

Результаты исследования. Следует отметить, что клинические проявления депрессии характеризуются значительным разнообразием и степенью выраженности. В клиническом протоколе определены основные проявления депрессии. К ним относятся: сниженное, подавленное настроение, утрата прежних интересов и способности получать удовольствие (ангедония), снижение активности, энергичности, способности к деятельности.

На основе анализа литературных данных можно выделить следующие ключевые проблемные области: диагностические трудности (пациенты предъявляют жалобы на усталость, бессонницу, боли различной локализации, головокружение, нарушения со стороны ЖКТ, не связывая их с психоэмоциональным состоянием), недостаток времени и скрининговых инструментов, проблемы, связанные непосредственно с назначением АД. К проблеме также относится ошибка выбора препарата – назначение устаревших АД (амитриптилин) в низких, неэффективных дозах, в то время как современные СИОЗС (селективные ингибиторы обратного захвата серотонина) имеют лучший профиль переносимости [2].

Среди используемых лекарственных препаратов наиболее часто врачи назначают седативные препараты, антидепрессанты, транквилизаторы, нейролептики. Среди лекарственных препаратов, используемых в лечении депрессии, могут быть хлорпротиксен, пароксетин, амитриптилин, сертралин, карбамазепин [1, 2].

Врач не объясняет механизм действия АД, ожидаемые сроки наступления эффекта (2-4 недели), возможные побочные действия в начале терапии и их транзиторный характер. Самая частая проблема. Пациент, почувствовав улучшение через 1-2 месяца, самостоятельно прекращает прием, что ведет к высокому риску рецидива.

Выводы. Применение антидепрессантов врачом общей практики – необходимая, но сложная клиническая задача, требующая комплексного подхода. Ключевыми проблемами являются диагностические ошибки, связанные с маскированными формами депрессии, недостаточная фармакологическая грамотность врачей и низкая приверженность к лечению, обусловленный в первую очередь дефицитом коммуникации с пациентом.

Список литературы

1. Давыдов А. Т., Петрова Н. Н., Литвинцев С. В., Вутко Д. Ю., Стрельников А. А. Современные антидепрессанты, их роль и место в психиатрической и общей медицинской практике // Обзоры по клинич. фармакол. и лек. терапии. – 2007. – №2.
2. Костюк Г.П., Масякин А.В., Бурыгина Л.А., Реверчук И.В. Проблема диагностики и лечения депрессии врачами первичного звена. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски. – 2019;119(1-2):55-61.
3. Depression and Other Common Mental Disorders Global Health Estimates//WHO/MSD/MER/2017.2.

СОВРЕМЕННЫЕ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ФОРМЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ОНКОЛОГИИ

Хачатрян В.А., Лазарева И.А.

**Курский государственный медицинский университет
Кафедра фармакологии**

Актуальность. Химиотерапия, оставаясь одним из основных методов лечения рака, обладает высокой системной токсичностью, что приводит к тяжелым побочным эффектам (миелосупрессия, кардио- и нефротоксичность, алоpecia). Низкий терапевтический индекс многих цитостатиков означает, что эффективная доза близка к токсичной. Кроме того, традиционные пути введения (внутривенные инфузии не обеспечивают селективного накопления препарата в опухоли, а биологические барьеры ограничивают доступность лекарств для метастазов в мозге. Эти вызовы обуславливают острую необходимость в разработке новых лекарственных форм, которые целенаправленно доставляют противоопухолевые средства к очагу заболевания, минимизируя воздействие на здоровые ткани [1].

Цель исследования – проанализировать современные инновационные лекарственные формы, применяемые в онкологии, привести конкретные примеры препаратов, описать их механизм действия и преимущества перед традиционными формами.

Материалы и методы. Проведен обзор научной литературы и реестров лекарственных средств. Методология включала поиск, отбор и синтез информации из клинических исследований, обзоров и мета-анализов, посвященных нанофармакологии и таргетной терапии в онкологии.

Результаты исследования. Микросомальные формы, например доксирубицин в липосомальной форме, представляют собой микроскопические пузырьки из фосфолипидного бислоя. Препарат Doxil покрыт слоем полиэтиленгликоля (PEG), что продлевает его циркуляцию в крови. Преимущества включают пассивное накопление в опухоли за счет эффекта EPR, то есть усиленной проницаемости и удержания, а также значительное снижение кардиотоксичности по сравнению со стандартным доксорубицином. Данные препараты используются при раке яичников и саркоме Капоши [1].

Конъюгаты «лекарство антитело» ADC, например трастузумаб эмтанзин, представляют собой соединения, где моноклональное антитело трастузумаб, специфичное к рецептору HER2, ковалентно связано с цитотоксическим агентом DM1. Антитело выполняет роль курьера, доставляя токсин непосредственно в HER2 позитивные опухолевые клетки. Преимуществами данной технологии являются высокая селективность действия и снижение системной токсичности химиопрепарата. Этот препарат применяется при HER2 позитивном метастатическом раке молочной железы.

Наночастицы альбумина на примере паклитаксела, связанного с наночастицами альбумина, представляют собой систему, где паклитаксел соединен с наночастицами человеческого альбумина, выполняющего роль естественного переносчика. К преимуществам данной технологии относится отсутствие необходимости премедикации стероидами для предотвращения аллергических реакций, а также более высокая эффективность благодаря механизму активного транспорта через эндотелий опухоли с участием рецептора gp60. Препарат применяется при лечении рака молочной железы, поджелудочной железы и легких [2].

Инкапсулированные формы локальной химиотерапии пример полимерные ваферы с кармустином. Это биоразлагаемые диски ваферы, пропитанные химиопрепаратом кармустином, которые имплантируются в ложе опухоли головного мозга после ее резекции. Преимущества метода заключаются в обеспечении локальной и пролонгированной доставки препарата непосредственно в цель, минуя гематоэнцефалический барьер, что снижает системную экспозицию и токсичность. Используется при глиобластоме [3].

Разработка новых лекарственных форм является стратегическим направлением в современной онкологии, позволяющим коренным образом изменить профиль эффективности и безопасности существующих химиотерапевтических агентов.

Выводы. Несмотря на успехи, сохраняются проблемы, включая высокую стоимость разработки, сложность масштабирования производства и необходимость выявления биомаркеров для оптимального подбора пациентов для таргетной терапии. Будущее онкофармакологии связано с созданием мультимодальных платформ, сочетающих диагностику и терапию, а также с разработкой персонализированных систем доставки, адаптированных под генетический профиль конкретной опухоли пациента.

Список литературы

1. Валиев Т.Т., Фатхуллин Р.Р., Рябухина Ю.Е., Зейналова П.А. Новые лекарственные формы колониестимулирующих факторов в онкогематологии // ОГ. 2023. №1.
2. В. Ю. Цепелев, М. П. Колобаева, В. В. Горкавчук, Гольдберг В. Е., Матяш М. Г. Современные достижения лекарственной терапии злокачественных новообразований // Сибирский научный медицинский журнал. – 2004. – №2.
3. Чен Р., Маночакиан Р., Джеймс Л. и др. Новые терапевтические средства для лечения распространенного немелкоклеточного рака легких. J Hematol Oncol 13, 58 (2020). <https://doi.org/10.1186/s13045-020-00881-7>

ВЫБОР АНТИГИПЕРТЕНЗИВНОГО ПРЕПАРАТА У ЛИЦ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА

Хачатрян В.А.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра инфекционных болезней и эпидемиологии

Научный руководитель – к.м.н., доцент Лазарева И.А.

Актуальность. Артериальная гипертензия (АГ) перестала быть заболеванием исключительно пожилых людей. Ее распространенность среди лиц молодого возраста (18-45 лет) достигает 10-15%, что связывают с ростом ожирения, гиподинамией, неправильным питанием и хроническим стрессом. При ведении пациентов с артериальной гипертензией сразу необходимо использовать те классы препаратов, которые доказали свою высокую эффективность, безопасность и приверженность на протяжении всего сердечно-сосудистого континуума [1,2]. Раннее начало АГ особенно опасно, так как оно означает длительное повреждающее воздействие на органы-мишени (сердце, почки, сосуды, головной мозг), что значительно увеличивает пожизненный риск инфаркта, инсульта и сердечной недостаточности. Ключевой проблемой является низкая приверженность лечению и поздняя диагностика из-за малосимптомного течения. Выбор первого антигипертензивного препарата в этой возрастной группе критически важен для долгосрочного прогноза и требует индивидуального, патогенетически обоснованного подхода [3].

Цель исследования. Проанализировать стратегию выбора стартовой гипотензивной терапии у пациентов молодого возраста, определить предпочтительные классы препаратов и конкретные лекарственные средства с учетом доминирующих механизмов развития гипертензии и сопутствующей патологии.

Результаты исследования. У пациентов моложе 45-50 лет в развитии АГ преобладают специфические механизмы. Одной из них является гиперактивация симпатoadреналовой системы (САС) – это ведущий механизм, обусловленный хроническим стрессом, тревогой, недосыпанием, злоупотреблением кофеином и энергетиками. В качестве целевого уровня АД у лиц молодого возраста с АГ во всем мире приняты значения менее 140/90 мм рт. ст., одна-

ко, по мнению экспертов, при хорошей переносимости можно стремиться и к более низким значениям. Изолированная САГ у молодых пациентов может не сопровождаться повышением центрального систолического АД, и в этих случаях рекомендовано изменение образа жизни и наблюдение. При принятии решения о начале медикаментозной терапии у молодых пациентов следует ориентироваться не на абсолютный общий сердечно-сосудистый риск в ближайшие 10 лет, а на результаты оценки состояния органов-мишеней [1]. Клинически проявляется тахикардией, нестабильностью АД, лабильностью пульса. Следующий механизм – активация ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (РААС). Он чаще наблюдается у пациентов без лишнего веса. Характеризуется высоким уровнем ренина в плазме. Высокая частота вторичных гипертензий, которые необходимо активно исключать перед началом терапии (почечные, эндокринные). Критерии выбора стартового препарата, на оценке клинико-лабораторного «фенотипа» пациента: наличие тахикардии, уровень ренина, наличие сопутствующих заболеваний (ожирение, метаболический синдром, мигрень), планирование беременности у женщин.

Классы антигипертензивных препаратов: Ингибиторы АПФ (иАПФ) и Блокаторы рецепторов ангиотензина (БРА) – являются препаратами первого выбора для большинства молодых пациентов. Показания: активная РААС (основной патогенетический признак), сопутствующий сахарный диабет, микроальбуминурия, гипертрофия левого желудочка.

иАПФ: Периндоприл (Перинева) – 5-10 мг/сут. Эналаприл (Энап) – 10-20 мг/сут. Лизиноприл (Диротон) – 5-10 мг/сут. БРА: Лозартан (Лозап) – 50-100 мг/сут. Валсартан (Диован) – 80-160 мг/сут. Кандесартан (Атаканд) – 8-16 мг/сут.

Бета-адреноблокаторы (БАБ) – препараты выбора при явных признаках гиперактивации САС. Показания: Тахикардия (ЧСС в покое >80-85 уд/мин), сопутствующая тревожность, вегетативная дисфункция. Примеры: Бисопролол (Конкор, Биол) – 2,5-10 мг/сут. Метопролол (Беталок) – 50-100 мг/сут. Небиволол (Небилет) – 5 мг/сут.

Особенность: обладает вазодилатирующими свойствами, не ухудшает метаболизм, что выгодно у молодых пациентов.

Непредпочтительные препараты для стартовой монотерапии у молодых: тиазидные диуретики (Гидрохлоротиазид, Индапамид). У молодых пациентов без признаков задержки жидкости и с активной РААС они малоэффективны и могут провоцировать нежелательные метаболические сдвиги. Обязательным компонентом лечения является агрессивная модификация образа жизни (снижение веса, ограничение соли, регулярная физическая активность, управление стрессом), которая у молодых пациентов может быть столь же эффективна, как и медикаментозная терапия.

Выводы. Выбор антигипертензивного препарата у молодых пациентов должен быть индивидуализирован и патогенетически обоснован. Препаратами первого выбора являются иАПФ/БРА (Периндоприл, Лозартан) и селективные БАБ (Бисопролол, Небиволол) в зависимости от преобладания активации РААС или САС. Правильный стартовый выбор повышает приверженность лечению и обеспечивает долгосрочную кардиопротекцию и нефропротекцию, предотвращая раннее развитие осложнений.

Список литературы

1. Авдонина Наталья Георгиевна, Коростовцева Л. С., Иртюга О. Б., Звартау Н. Э., Конради А. О. Выбор антигипертензивного препарата в особых группах пациентов: возрастные и гендерные различия // АГ. – 2014. – №4. – С. 232-237
2. Аверин Е.Е., Никитин А.Э., Созыкин А.В. Место рамиприла в современных рекомендациях по ведению пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Медицинский совет. – 2018. – №21. – С. 34-41
3. Ковригин И. С., Петрова М. М., Каскаева Д. С., Романова И. В. Фармакоэкономический анализ антигипертензивных препаратов, применяемых для оптимизации уровня артериального давления у лиц молодого возраста // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2019. – №2. – С. 30-36

ОНКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ КУРКУМИНА

Часовских А.А.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра фармакологии

Научный руководитель – к.фарм.н., доцент Удалова С.Н.

Актуальность темы противоопухолевых свойств куркумина обусловлена высокой распространенностью онкологических заболеваний и продолжением поиска эффективных и безопасных средств для их лечения. Куркумин, основной биологически активный компонент куркумы, в последние годы привлекает внимание ученых благодаря своим многосторонним противораковым эффектам, включая подавление роста и метастазирования опухолевых клеток, индукцию апоптоза и ингибирование ключевых сигнальных путей, участвующих в канцерогенезе. Несмотря на активные исследования, клиническое применение куркумина требует дальнейшего изучения.

Куркумин – основной биологически активный полифенол (диферулоилметан), выделяемый из корневища растения *Curcuma longa L.* [3,4]. Он представляет собой наиболее активный компонент среди куркуминоидов, куда также входят деметоксикуркумин и бисдеметоксикуркумин [2]. Это соединение обладает широким спектром фармакологических свойств, включая антиоксидантное, противовоспалительное и антимикробное действие, что обуславливает его применение при лечении заболеваний печени, метаболического синдрома и нейродегенеративных заболеваниях [1,4]. Наиболее перспективным направлением является использование куркумина в онкологии, благодаря его способности воздействовать на множественные молекулярные мишени в раковых клетках [3,4].

Для злокачественных клеток характерно нарушение множества сигнальных путей, регулирующих пролиферацию, апоптоз, ангиогенез, метаболизм и метастазирование [1]. Куркумин демонстрирует способность модулировать эти процессы через воздействие на ключевые факторы транскрипции, регуляторы клеточного цикла, молекулы адгезии и гены апоптоза [3,4].

Основные механизмы можно систематизировать следующим образом:

1. Ингибирование пролиферации и канцерогенеза: Куркумин подавляет факторы, стимулирующие клеточный цикл, такие как циклин D1, циклин D3 и циклин-зависимая киназа 2 (CDK2). Одновременно он индуцирует экспрессию ингибиторов клеточного цикла p21 и p27 [1,2].

2. Индукция апоптоза: Соединение способствует запрограммированной клеточной смерти через митохондриально-зависимые и независимые механизмы, модулируя соотношение про- и антиапоптотических белков (например, повышая уровень Вах и снижая Bcl-2), а также активируя гены-супрессоры опухолей, такие как p53 и PTEN [1,2].

3. Подавление метастазирования и ангиогенеза: Куркумин ингибирует экспрессию матриксных металлопротеиназ (MMP-2, MMP-9) и фактора роста эндотелия сосудов (VEGF), что препятствует инвазии опухоли и образованию новых кровеносных сосудов [1,2].

4. Модуляция ключевых сигнальных путей: важнейшим механизмом является подавление активности транскрипционного фактора NF-κB, который играет центральную роль в воспалении, выживании опухолевых клеток и устойчивости к химиотерапии [3]. Кроме того, куркумин ингибирует другие онкогенные пути, включая STAT3, Wnt/β-катенин, Notch-1, mTOR и транскрипционный фактор AP-1 [2]. Роль пути c-Jun N-терминальной киназы (JNK) в канцерогенезе неоднозначна: в некоторых контекстах JNK обладает противоопухолевой активностью, а в других, например, при раке желудка, может способствовать росту клеток [1].

Хроническое воспаление является одним из ключевых факторов инициации и прогрессирования рака [1]. Куркумин оказывает мощное противовоспалительное действие, подавляя продукцию провоспалительных медиаторов. Он ингибирует экспрессию цитокинов

(таких как TNF-α и IL-6), циклооксигеназы-2 (ЦОГ-2) и активных форм кислорода (АФК) за счет воздействия на пути NF-κB и AP-1 [1,2].

Особый интерес представляет влияние куркумина на врожденный иммунитет. Показано, что он подавляет активацию инфламасомы NLRP3, мультибелкового комплекса, отвечающего за активацию провоспалительного интерлейкина-1β (IL-1β) [1]. Это происходит как за счет прямого воздействия на инфламасому, так и опосредованно через регуляцию пути NF-κB [1]. Кроме того, куркумин модулирует функцию дендритных клеток, подавляя экспрессию ко-стимулирующих молекул CD80/CD86, и может усиливать цитотоксическую активность NK-клеток, особенно в комбинации с IFN-γ [2].

Клинические испытания куркумина, как в монотерапии, так и в комбинации с другими препаратами, демонстрируют обнадеживающие результаты [4]. Например, в рандомизированном двойном слепом плацебо-контролируемом исследовании с участием 80 пациентов с солидными опухолями прием куркуминоидов (180 мг/сут) в течение 8 недель привел к значительному снижению уровней медиаторов воспаления (интерлейкинов, TNF-α, MCP-1) по сравнению с плацебо [2].

Однако главным препятствием для широкого клинического применения куркумина является его низкая биодоступность, обусловленная плохой абсорбцией в кишечнике, быстрым метаболизмом в печени (глюкуронидация и сульфатирование) и стремительным выведением [2]. Для преодоления этих ограничений активно разрабатываются новые стратегии, включая создание синтетических аналогов и применение наносистем для доставки препарата.

Куркумин является многообещающим полифенольным соединением с достаточно интересным механизмом противоопухолевого действия [4]. Его способность одновременно воздействовать на множество сигнальных путей, регулирующих воспаление, пролиферацию, апоптоз и метастазирование, делает его привлекательным кандидатом для адъювантной терапии рака. Дальнейшие исследования должны быть сфокусированы на улучшении его фармакокинетических характеристик для реализации полного терапевтического потенциала.

Список литературы

1. The Role of Curcumin in Cancer Treatment/ Vasiliki Zoi, Vasiliki Galani, Georgios D Lianos [и др.]// Biomedicines.-2021.-T9(9),№1086.-C.1086-1105.
2. Antitumoral Activities of Curcumin and Recent Advances to Improve Its Oral Bioavailability/ Marta Claudia Nocito, Arianna De Luca, Francesca Prestia [и др.]// Biomedicines.-2021.-T9(10),№1476.-C.1476-1514.
3. A Review of Curcumin and Its Derivatives as Anticancer Agents/ Mhd Anas Tomeh, Roja Hadianamrei, Xiubo Zhao// Int J Mol Sci.-2019.-T20(5),№1033.-C.1033-1059.
4. Curcumin as a novel therapeutic candidate for cancer: can this natural compound revolutionize cancer treatment?/ Shadiya Fawzul Ameer, Muna Yusuf Mohamed, Qubaa Ahmed Elzubair [и др.]// Front. Oncol.-2024.-C.711-722.

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ КЛИНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ КАК ОДНА ИЗ КЛЮЧЕВЫХ ПРОБЛЕМ В ФАРМАКОЛОГИИ

Чевычелова Д.С.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра Фармакологии

Научный руководитель – к.м.н., доцент Полякова О.В.

Актуальность. Технология производства лекарственного средства – это сложный, многоступенчатый, длительный и, безусловно, затратный процесс. Каждый препарат, выпускаемый на фармацевтический рынок, проходит множество стадий, одной из которых является клиническое испытание. В свою очередь каждое испытание представляет собой важнейшее звено, влияющее на судьбу создаваемого препарата.

Цель исследования – выявить ключевые аспекты, осложняющие проведение клинических испытаний лекарственного средства.

Материалы и методы исследования. Материалом послужили научные статьи, взятые с платформ КиберЛенинка и Elibrary.ru. В качестве методов использовались: литературный обзор имеющихся научных материалов, изучение и обобщение имеющихся данных, формирование выводов.

Результаты исследования. Целью клинических испытаний по праву можно считать следующие аспекты: оценка переносимости лекарственного препарата, его эффективности в отношении заболевания, установка терапевтических доз, схем применения, выявление возможных побочных реакций и сравнение с имеющимися на рынке, похожими лекарственными средствами [1]. На основе данных целей можно выявить некоторый круг проблем, с которыми сталкиваются при проведении клинических испытаний.

Длительность. Как правило изучения воздействия того или иного средства на организм человека изучается ни один год. В связи с этим выпуск лекарства на рынок и введение его в план лечения пациентов откладывается на неопределенный срок. Однако прогрессирования многих заболеваний не терпят отлагательств, в результате, длительность периода с момента разработки и поступления в реестр разрешенных препаратов приводит к тому, что потенциальные пациенты, которым помогло бы данное средство, могут не дожидаться его выхода [2]. Кроме того, длительность клинических испытаний накладывает определенные финансовые трудности на компанию-разработчика, поскольку сами испытания являются финансово затратным этапом.

Этические вопросы. Проведение клинического испытания – это сложный вопрос не только со стороны юридической ответственности компании, но и со стороны этики и морали. Так как в испытании принимают участие люди, их безопасность, здоровье и комфорт являются ключевыми аспектами, которые обязаны учитываться производителем. В случае нарушений, есть риск приостановки деятельности, что безусловно несет за собой колоссальные убытки и уголовную ответственность.

Лабораторные животные. Данная проблема также относится к этической стороне вопроса. Доклинические испытания включают в себя тесты на животных, что беспокоит всемирные сообщества зоозащитников. Защитники по правам животных выступают за отмену использования лабораторных животных, что существенно сказывается не только на производстве лекарственных средств, но и на всей науке в целом.

Финансовые затраты. Как уже было упомянуто, длительность испытаний является финансово затратным периодом, кроме того, в случае выявления каких-либо проблем и ошибок, повторное проведение испытаний также является еще одной статьей расходов. Лишние траты приводят к торможению производства других лекарственных средств, а в долгосрочной перспективе к закрытию компании.

Ошибочные результаты. Полученные данные об эффективности того или иного лекарственного средства могут быть искажены субъективными оценками от испытуемых, что также является проблемным вопросом в проведении клинических испытаний. Анализ полу-

чаемых результатов должен быть максимально точным и скрупулезным, чтобы предотвратить искажение лечебного эффекта.

Выводы. Таким образом, можно сформировать вывод о том, что проведения любых клинических испытаний в рамках разработки лекарственных средств накладывает серьезные обязательства на компанию-производитель, тем самым являясь одной из ключевых проблем в разработке новых лекарств.

Список литературы

1. Бабанов, С. А. Испытания лекарственных средств с позиции доказательной медицины: проблемы и решения / С. А. Бабанов // Проблемы стандартизации в здравоохранении. – 2007. – №2. – С. 5-11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispityaniya-lekarstvennyh-sredstv-s-pozitsii-dokazatelnoy-meditsiny-problemy-i-resheniya> (дата обращения: 27.09.2025).
2. Савченко, А. Ю., Особенности проведения I фазы клинических исследований лекарственных средств / А. Ю. Савченко, Г. В. Раменская, В. Г. Кукуес // Сеченовский вестник. – 2012. – №3 – (9). – С. 75-78. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-provedeniya-i-fazy-klinicheskikh-issledovaniy-lekarstvennyh-sredstv> (дата обращения: 28.09.2025).

АНТИАНГИОГЕННАЯ ТЕРАПИЯ В ОНКОЛОГИИ: ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ МИШЕНИ И КЛИНИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ

Шаталов Д.С., Лазарева И.А.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра фармакологии

Актуальность. При онкологических заболеваниях опухолевые клетки вырабатывают факторы роста, которые стимулируют прорастание новых капилляров. Вследствие ангиогенеза злокачественные клетки получают питание и кислород, что позволяет им расти и распространяться в организме. Для того, чтобы не допустить ангиогенеза применяют антиангиогенную терапию, которая блокирует выработку фактора роста сосудов. [1]

Цель исследования – изучить механизмы действия, фармакологические мишени, оценить клинический потенциал в лечении злокачественных опухолей.

Материалы и методы исследования. Обзор и анализ обзор отечественной и зарубежной литературы за последние 10 лет, включающей результаты клинических и доклинических исследований, опубликованных в базах данных PubMed, Scopus и eLIBRARY.

Результаты исследования. Ангиогенез - образование новых кровеносных сосудов из предсуществующих, является незаменимым комплексным и динамичным процессом, важным в патогенезе злокачественных образований.[4] Этот процесс регулируется сложной системой VEGF и его рецепторами (VEGFR-1, VEGFR-2, VEGFR-3). Активация этих рецепторов стимулирует пролиферацию эндотелиальных клеток, миграцию и формирование новых сосудов.[5] Кроме VEGF, важную роль играют факторы FGF, PDGF, Ang/Tie2 и HIF-1α, что делает ангиогенез многоуровневой мишенью для терапии.

Основными фармакологическими мишенями антиангиогенной терапии является:

VEGF/VEGFR путь – препараты блокируют вещество, называемое фактором роста эндотелия сосудов (VEGF), которое стимулирует образование новых сосудов. Примером такого препарата является бевацизумаб. Применяется при метастатическом колоректальном раке, глиобластоме, почечно-клеточном раке, неплоскоклеточный немелкоклеточный рак легкого. Оказывает такие побочные эффекты, как перфорация ЖКТ, артериальная тромбоэмболия, кровоизлияния, повышение артериального давления, развитие протеинурии.

Тирозинкиназные ингибиторы (TKI) – группа таргетных препаратов, направленных на блокирование активности тирокиназ. Данные ферменты участвуют в передаче сигналов, делении и дифференцировку клеток. TKI конкурируют с АТФ за связывание с активным центром киназы, тем самым блокирует сигнал и рост останавливается. Примеры – сунитиниб (Сутент) и сорафениб (Нексавар). Сунитиниб применяется при почечно-клеточном раке,

нейроэндокринные опухоли поджелудочной железы, гастроинтестинальные стромальные опухоли. Сорафениб также применяется при почечно клеточном раке, а также еще при печеночно-клеточном. Данное лекарство может вызывать лимфопению, анемию, тромбоцитопению.

Антиангиогенные препараты могут быть эффективны в лечении некоторых вида рака при комбинации с химиотерапией или лучевой терапией. Например, колоректальный рак, глиобластома, гепатоцеллюлярная карцинома (печени). Однако в большинстве случаев антиангиогенная терапия не приводит к полному выздоровлению, а лишь замедляет развитие опухоли.

Кроме того, у многих пациентов развивается лекарственная резистентность. Среди причин – активация альтернативных ангиогенных путей, гипоксия-индуцированное повышение HIF-1 α , а также адаптивные изменения микроокружения опухоли.

Выводы. Антиангиогенная терапия представляет собой перспективный метод борьбы с онкологией, основанной на блокировании сосудистого роста опухоли. Несмотря на доказанную эффективность ряда препаратов, развитие резистентности и побочных эффектов требует дальнейшего совершенствования стратегий лечения, персонализации подхода, комбинирования терапии и поиск новых мишеней, позволяющих преодолеть ограничения текущих схем. Антиангиогенные ингибиторы остаются важным компонентом комплексной противоопухолевой терапии с высоким клиническим потенциалом.

Список литературы

1. Федянин, М. Ю. Критический взгляд на развитие онкологии в последние 20 лет (надежды и разочарования) -антиангиогенная терапия / М. Ю. Федянин, А. А. Трякин, И. А. Покатаев // Практическая онкология. – 2018. – Т. 19, № 3. – С. 200-225.
2. Oguntade, A.S., Al-Amadi, F., Alrumayh, A. *et al.* Anti-angiogenesis in cancer therapeutics: the magic bullet. J Egypt Natl Canc Inst 33, 15 (2021).
3. Июшин И. Э. Подходы к назначению антиангиогенных препаратов // Российский онкологический журнал (ROJ). 2019.
4. Мухоморова, О. Ю. Анализ модели развития раковой опухоли и построение схем антиангиогенной терапии на начальной стадии / О. Ю. Мухоморова, А. П. Крищенко // Математика и математическое моделирование. – 2015. – № 3. – С. 39-58.
5. Гольшико Павел Викторович Молекулярные мишени антиангиогенной терапии // Российский биотерапевтический журнал. 2014. №4.

РАЗВИТИЕ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ЗАБОЛЕВАНИЙ К ПРОТИВОМИКРОБНЫМ ПРЕПАРАТАМ ВСЛЕДСТВИЕ ИХ БЕЗРЕЦЕПТУРНОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Чертов Д.Е.

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова,
Санкт-Петербург, Россия

Актуальность. В данной статье рассматривается одна из наиболее актуальных проблем современного здравоохранения, а именно развитие резистентности распространенных возбудителей заболеваний к антимикробным препаратам вследствие их неконтролируемого безрецептурного использования. В настоящем исследовании анализируются ключевые механизмы формирования резистентности у микроорганизмов и факторы, способствующие этому процессу, в частности свободная продажа антибиотиков. Далее в тексте освещаются медицинские и социально-экономические последствия антибиотикорезистентности. Предложена серия комплексных мер, направленных на сдерживание распространения резистентных инфекций. Эти меры должны быть реализованы на уровне государственного регулирования, медицинского сообщества и населения [2,7].

Цель исследования. Развитие резистентности микроорганизмов к антибиотикам может происходить по нескольким механизмам.

1. Спонтанные мутации: установлено, что в ДНК бактерий происходят случайные изменения. Эти изменения могут дать бактериям преимущество для выживания при воздействии антимикробного препарата [8].

2. Процесс естественного отбора и механизмы размножения: при воздействии антибиотиков уязвимые бактерии погибают, а резистентные штаммы выживают и размножаются, передавая свою резистентность потомству.

3. Горизонтальный перенос генов: бактерии обладают способностью обмениваться генетическим материалом, в том числе генами устойчивости. Этот процесс может происходить посредством плазмид (конъюгация), с помощью бактериофагов (трансдукция) или путем прямого поглощения ДНК из окружающей среды. Этот механизм доказал свою эффективность как самый быстрый и действенный способ распространения устойчивости среди различных видов бактерий.

Материалы и методы. Для анализа проблемы развития антимикробной резистентности (АМР) возбудителей заболеваний вследствие их безрецептурного применения был проведен обзор научной литературы, официальных отчетов и государственных программ за последние пять лет [1]. Методологическую основу исследования составили системный и сравнительный анализ, который был применен для оценки данных о масштабах нерегламентированного использования противомикробных препаратов и его последствий, а также контент-анализ публикаций, посвященных механизмам формирования резистентности [2, 3]. Для изучения медико-социальных аспектов проблемы были использованы принципы, изложенные в современных руководствах по эпидемиологии социально значимых заболеваний [2, 6]. Центральное внимание уделялось поиску источников, раскрывающих связь между доступностью антибиотиков без рецепта и ростом устойчивости микроорганизмов, включая эпидемиологические данные и исследования потребительского поведения [4]. Вся эмпирическая база исследования была сформирована из источников, находящихся в открытом доступе [8].

Результаты и их обсуждения. Антимикробные препараты, а точнее антибиотики, на протяжении нескольких десятилетий являются основным средством борьбы с бактериальными инфекциями [7]. Тем не менее, эффективность этих методов лечения значительно снижается из-за появления антимикробной резистентности у микроорганизмов. Антимикробная резистентность (далее АМР) определяется как способность микробов развивать механизмы, защищающие их от ранее эффективных лекарственных препаратов. Это естественный биологический процесс, но его скорость и масштабы в настоящее время значительно усугубляются деятельностью человека, в первую очередь нерациональным и неконтролируемым использованием антибиотиков [1]. Важным фактором, способствующим этому явлению, является широкая доступность антимикробных препаратов для населения без необходимости получения рецепта врача, что приводит к их нецелевому и чрезмерному использованию [3,8].

Всемирная организация здравоохранения (далее ВОЗ) признала антибиотикорезистентность одной из основных глобальных проблем в области общественного здравоохранения [1]. Ежегодно микроорганизмы, устойчивые к антибактериальным препаратам, напрямую уносят более миллиона жизней во всем мире и косвенно приводят к почти пяти миллионам смертей. Только в Европейском союзе ежегодно 33 000 человек умирают в результате микробальной антибиотикорезистентности [3].

Сложившиеся обстоятельства приводят к ряду проблем, в том числе к затяжным заболеваниям, увеличению частоты осложнений и смертности, а также к значительным экономическим потерям из-за увеличения затрат на лечение и снижения производительности труда. Появление так называемых «супербактерий» – микробов, устойчивых сразу к нескольким антимикробным препаратам, – представляет серьезную угрозу для эффективности всей современной медицины [7]. Это имеет серьезные последствия для сложных хирургических операций, трансплантации органов и химиотерапии, которые становятся все более рискован-

ними. В условиях стагнации разработки новых антибиотиков сохранение эффективности существующих препаратов стало критически важной задачей [6].

Безрецептурный отпуск как ключевой фактор ускорения резистентности. Несмотря на существующие нормативные ограничения, на практике во многих странах, включая Россию, сохраняется проблема нелегитимной продажи рецептурных антибиотиков без назначения врача. Согласно данным, приведенным в , за последние пять лет в России число нарушений в сфере безрецептурной продажи лекарственных средств выросло на 22% (Табл.1).

Таблица 1 – Факторы, связанные с безрецептурным применением антибиотиков, и их последствия

Фактор	Сущность проблемы	Негативное последствие
Самолечение	Прием антибиотиков при вирусных инфекциях (ОРВИ, грипп), против которых они неэффективны.	Напрасное воздействие препарата на бактериальную флору организма, селекция резистентных штаммов.
Несоблюдение режима	Прерывание курса лечения после исчезновения симптомов, прием в неадекватной дозировке.	Гибель только наиболее чувствительных бактерий, выживание и размножение устойчивых.
Профилактический прием	Использование антибиотиков «на всякий случай» без четких медицинских показаний.	Создание постоянного селективного давления, способствующего отбору резистентных форм.
Низкая осведомленность	Непонимание населением различий между бактериальными и вирусными инфекциями, а также последствий неправильного приема.	Формирование устойчивых заблуждений и опасных поведенческих моделей.

Как предупреждал еще создатель пенициллина Александр Флеминг, недостаточные дозы антибиотика делают микробов устойчивыми, а не уничтожают их. Безрецептурный оборот создает идеальные условия для реализации этого сценария в глобальном масштабе.

Медицинские и социальные последствия

Развитие резистентности неизменно приводит к непосредственному снижению эффективности терапевтической схемы [5]. Обычные схемы лечения часто оказываются неэффективными, что требует применения более дорогих, токсичных и резервных препаратов, зачастую в условиях стационара. Увеличивается продолжительность госпитализации, финансовые затраты на лечение и вероятность неблагоприятных исходов [7].

Особую озабоченность вызывает распространение мультирезистентных штаммов известных патогенов, таких как метициллинрезистентный золотистый стафилококк, ванкомицинрезистентные энтерококки и бета-лактамазы расширенного спектра действия [4]. Инфекции, вызываемые такими микроорганизмами, в некоторых случаях становятся практически неизлечимыми, что возвращает медицину в «доантибиотиковую эпоху».

Выводы. Проблема антибиотикорезистентности, усугубляемая бесконтрольным безрецептурным применением противомикробных препаратов, представляет собой серьезную глобальную угрозу для здоровья населения и устойчивости систем здравоохранения.

Ключевыми драйверами развития резистентности являются самолечение населения, несоблюдение предписанных режимов терапии и доступность рецептурных антибиотиков без соответствующего назначения [9].

Для решения проблемы необходим комплексный подход, включающий ужесточение контроля за оборотом антимикробных препаратов, образовательные инициативы для населения и медицинских работников, а также разработку новых терапевтических стратегий [3].

Сохранение эффективности антибиотиков является коллективной ответственностью, требующей скоординированных действий на международном, государственном, профессиональном и индивидуальном уровнях.

Список литературы

- Касаткин, А. А. Эпидемиология возбудителей нозокомиальных инфекций и механизмы формирования их резистентности к противомикробным препаратам в лечебно-профилактических учреждениях Г. Ижевска / А. А. Касаткин, В. П. Аникаев, Э. П. Сорокин [и др.] // Здоровье, демография, экология финно-угорских народов. – 2023. – № 3. – С. 39-42. – EDN XVVBXC.
- Мендыбаева, А. М. Модели антибиотикорезистентности сальмонелл / А. М. Мендыбаева, Р. М. Рышанова, Р. О. Сеилханова // Инновации и продовольственная безопасность. – 2021. – № 3(33). – С. 14-21. – DOI: 10.31677/2072-6724-2021-33-3-14-21. – EDN WJGAFQ.
- Светлакова, Е. В. Чувствительность к антибактериальным препаратам патогенных стафилококков и стрептококков, выделенных от больных собак / Е. В. Светлакова, В. Н. Шахова, В. А. Беляев, Н. А. Ожередова // Вестник АПК Ставрополя. – 2022. – № 4(48). – С. 10-13. – DOI: 10.31279/2222-9345-2022-11-48-10-13. – EDN CQTHGU.
- Ануарбекова, С. С. Проблема антибиотикорезистентных штаммов и её решение / С. С. Ануарбекова, И. К. Тыныбаева // Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. Серия: Биологические науки. – 2024. – № 3(148). – С. 58-80. – DOI: 10.32523/2616-7034-2024-148-3-58-80. – EDN XGSKZS.
- Байракова, А. Л. Резистентность стрептококков группы viridans при респираторных инфекциях / А. Л. Байракова, Т. А. Руженцова, В. М. Лахтин, А. А. Гарбузов // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2024. – Т. 29, № 4. – С. 199-204. – DOI: 10.51620/3034-1981-2024-29-4-199-204. – EDN WIZBRN.
- Мостовая, К. В. Резистентность к антимикробным препаратам: подходы к решению проблемы / К. В. Мостовая // Молодая фармация – потенциал будущего: сборник материалов XIV Всероссийской научной конференции с международным участием Молодежного научного общества СПХФУ, Санкт-Петербург, 28 марта – 02 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет, 2024. – С. 262-267. – EDN QKRTBY.
- Эпидемиология социально значимых заболеваний / А. А. Кузин, В. Н. Емельянов, В. Н. Болехан [и др.]. – Санкт-Петербург : Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, 2025. – 93 с. – EDN HKRGXJ.
- Эпидемиологическая диагностика. Эпидемиологическое обследование очагов / В. Н. Емельянов, А. А. Кузин, В. А. Вирко [и др.]. – Санкт-Петербург : Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, 2025. – 96 с. – EDN JFJXYW.
- Основы общей эпидемиологии. Эпидемиологическая диагностика : учебное пособие / В. Н. Емельянов, А. А. Кузин, В. А. Вирко [и др.]. – Санкт-Петербург : Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, 2025. – 94 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БИОСОВМЕСТИМОСТИ И РЕГЕНЕРАЦИИ ПРИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

Шкирская В.И., Искусных А.Ю.

Воронежский государственный медицинский университет
Кафедра клинической лабораторной диагностики

Актуальность: Успех стоматологической имплантации во многом зависит от оптимизации процессов интеграции имплантата и регенерации окружающих тканей. Использование фармакологических средств, повышающих биосовместимость и ускоряющих заживление, становится важной составляющей современной имплантологической терапии.

Цель исследования: Обзор и обобщение современных научных источников, касающихся применения фармакологических средств для улучшения биосовместимости и стимуляции регенеративных процессов в области стоматологической имплантологии.

Методы и материалы исследования. Применяется методологический обзор научных публикаций, в том числе анализ клинических и экспериментальных исследований, а также критическая оценка полученных данных с целью определения современных тенденций и перспектив использования фармакологических препаратов в области стоматологической имплантации.

Результаты исследования. Дентальная имплантация – современный метод восстановления утраченного зубного ряда, который значительно повышает как эстетические, так и функциональные параметры. При выполнении дентальной имплантации и/или костной пластики основным опасным фактором считается инфекция в полости рта, способная вызвать воспаление и отторжение имплантата. Объем и сложность хирургического вмешательства, а также количество имплантатов и применяемых костных материалов, требуют индивидуальной оценки, поскольку это увеличивает риск осложнений [1, 2]. Уровень совместимости имплантата с костной тканью может значительно различаться. В ходе процедуры установки имплантатов происходят определенные морфологические изменения как в тканях челюсти, так и в слизистой оболочке области протезирования. Результат лечения во всех случаях зависит от интеграции как имплантируемого, так и трансплантируемого материала. Материал не должен вызывать ни общих, ни локальных реакций у организма, а также не должен содержать токсичных, канцерогенных, аллергенных или радиоактивных компонентов [3].

Антисептики, которые действуют как универсальные клеточные яды, характеризуются отсутствием избирательности и применяются на различных этапах проведения дентальной имплантации. Они воздействуют на проницаемость цитоплазматической мембраны, вызывают её повреждение, приводят к денатурации белков и подавляют деятельность ключевых ферментов микроорганизмов.

Хлоргексидин является эффективным антисептиком, который активно используется в медицине и стоматологии. Он способен уничтожать бактерии, грибки и некоторые вирусы, воздействуя на их клеточные мембраны и останавливая процесс размножения. После применения хлоргексидина сохраняется на слизистых оболочках, обеспечивая длительный антимикробный эффект [4].

Химиопрепараты, такие как антибиотики и синтетические противомикробные средства, обладают способностью избирательно воздействовать на определённые микроорганизмы. В области имплантологии антибиотики назначаются перед предстоящей операцией, чтобы концентрация активных веществ в крови в момент вмешательства превышала терапевтическую дозу. При необходимости медикаменты продолжают применять и после операции. Однако любой антибактериальный препарат может вызывать нежелательные реакции, включая дисбактериоз, грибковые поражения, хроническое развитие инфекции, угнетение иммунитета, а также аллергические и токсические реакции. Для уменьшения риска этих осложнений в комплексной терапии используют пробиотики, пребиотики, противогрибковые средства,

иммуномодуляторы, а также препараты с противоаллергическим и противовоспалительным действием [5].

Развитие инфекционно-воспалительных процессов в области челюстно-лицевой области чаще всего связано с совокупностью аэробных и анаэробных микроорганизмов, находящихся в ротовой полости, которые формируют биопленки и отличаются различной чувствительностью к медикаментозному воздействию. Для предотвращения и лечения возможных негативных последствий, возникающих при различных этапах хирургического вмешательства, применяют препараты с антибактериальной, противовоспалительной и десенсибилизирующей активностью, включаемые в предоперационные, интраоперационные и послеоперационные лечебные схемы. Наиболее часто при установке имплантов используют лекарства широкого спектра действия в виде таблеток, которые принимают в течение определенного курса. К таким средствами относятся:

- полусинтетические пенициллины;
- комбинации пенициллина с клавулановой кислотой;
- цефалоспорины I, II или III поколения, которые начинают принимать либо в день операции, либо за сутки до нее. Наиболее распространёнными являются следующие препараты:

- Цифран – эффективен против аэробных и анаэробных микроорганизмов, доступен по стоимости, однако обладает большим количеством побочных эффектов.

- Флемоксин и Амоксиклав — относятся к группе пенициллинов, широко используются при инфекциях полости рта, их назначают курсом не менее пяти дней. Амоксиклав не рекомендуется при почечной или печеночной недостаточности, а также беременным и кормящим женщинам, людям с расстройствами ЖКТ. - Сумамед — принимается по 500 мг в сутки в течение трех дней. Используется после имплантации [6]. Профилактика с помощью антибиотиков является одним из наиболее действенных методов предотвращения инфекций в зоне операционной раны. Если антибиотики вводятся более чем за два часа до выполнения разреза, уровень послеоперационных инфекций составляет 3,8%, в то время как при их введении за час до операции этот показатель снижается до 0,5%. В случае же, когда антибиотики начинают вводить после начала хирургического вмешательства, вероятность - до 5% [1]. Пробиотики (например, Линекс, Бифидумбактерин, Пробифор, Аципол, Лактобактерии) содержат живые микроорганизмы, нормальную кишечную микрофлору, и способствуют уничтожению патогенных бактерий, а также восстановлению баланса микробиоты. Пребиотики (например, Хилак форте, Лактусан, Лактофилтрум, Инулин) не содержат живых бактерий, но создают условия для их роста, стимулируя собственную микрофлору.

Для профилактики и лечения дисбактериоза в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии применяют Линекс, который содержит лактобактерии, бифидобактерии и энтерококки. Назначают по 2 капсулы трижды в день после еды, запивая водой. Лечение зависит от причины и индивидуальных особенностей, препарат совместим с химиотерапией и хорошо переносится. Из пребиотиков используют Хилак форте, содержащий продукты обмена веществ бактерий, которые благоприятствуют росту собственных полезных микроорганизмов [7].

В дентальной имплантологии для модификации иммунной реакции применяют различные синтетические иммуномодуляторы. Среди них используют такие препараты, как азоксимера бромид (Полиоксидоний) и аминоксидигидрофалазиндион (Галанит). Азоксимера бромид, способствует усилению клеточного и гуморального иммунитета, активирует фагоциты и факторы естественной резистентности. Этот препарат обладает иммунокорригирующим, детоксицирующим, антиоксидантным и мембраностабилизирующим эффектами. В клинической практике его назначают с целью профилактики и лечения инфекционно-воспалительных осложнений после хирургических вмешательств. При возникновении инфекционно-воспалительных осложнений рекомендуется применять аминоксидигидрофалазиндион, известный как Галавит. Этот препарат кратковременно подавляет активность макрофагов, что ведет к снижению продукции провоспалительных цитокинов, а также уменьшает со-

судистые и клеточные нарушения, гипсобиоз и тканевое повреждение. Он регулирует функции Т-лимфоцитов, способствует синтезу антител и стимулирует репаративные процессы.

К полусинтетическим иммуномодуляторам относится Имудон и Ликопид. Имудон действует на местном уровне и представляет собой смесь лизатов бактериальных штаммов, вызывающих гнойно-воспалительные процессы в ротовой полости, а также продуцируемых грибов рода *Candida*. Он усиливает активность и количество иммунокомпетентных клеток, отвечающих за образование антител против микроорганизмов, входящих в состав препарата. Имудон замедляет метаболизм лейкоцитов, способствует синтезу эндогенного интерферона, снижает образование свободных радикалов и предотвращает развитие дегенеративных изменений в тканях. Эти свойства способствуют уменьшению симптомов воспаления и ускоряют процессы регенерации тканей. Полусинтетический иммуномодулятор глюкозаминилмурамилдипептид (торговое название — Ликопид) представляет собой минимальную структурную единицу стенки бактерий. Этот препарат способствует активации клеток моноцитарно-макрофагальной системы: он усиливает эффективность функционирования Т- и В-лимфоцитов, стимулирует синтез специфических антител и увеличивает выработку цитокинов. Обладает антиинфекционным, противовоспалительным, регенерирующим, детоксицирующим и гепатопротекторным действием. Назначается для профилактики и терапии послеоперационных осложнений у лиц с рецидивирующими инфекционными и воспалительными заболеваниями. Иммуномодуляторы растительного происхождения, такие как препараты на основе эхинаеи пурпурной — например, Иммунал и Иммунонорм — стимулируют систему комплемента, усиливают хемотаксис лейкоцитов и способствуют уничтожению бактерий и вирусов. Эти средства активируют процессы фагоцитоза и неспецифического иммунитета, что делает их подходящими для профилактики и лечения послеоперационных инфекционно-воспалительных осложнений [8, 9].

Выводы. Использование фармакологических препаратов для повышения биосовместимости и регенерации в стоматологической имплантации представляет собой перспективное направление, способствующее улучшению клинических результатов и снижению осложнений. Современные исследования демонстрируют, что такие препараты, как пробиотики, пребиотики, иммуномодуляторы и противовоспалительные средства, могут значительно ускорить процессы заживления и интеграции имплантов с окружающими тканями.

Список литературы

- Петрук И.В., Елисеева Е.В., Поддубный Е.А. Проблемы применения антибактериальных препаратов при дентальной имплантации // Тихоокеанский государственный медицинский университет. – 2019. - № 2. – С. 51-53.
- Воробьев А.А., Шемонаев В.И., Михальченко Д.В. Взгляд на проблему дентальной имплантации в свете современных научных представлений // Бюллетень Волгоградского научного центра РАМН 2, 2009. – 19 с.
- Завгорский В.А. Проблема биосовместимости имплантов костной ткани // Первый МГМУ им. Сеченова, 2016. – 1 с.
- Панич И.Ю., Михалев А.В. Хлоргексидин после имплантации зубов // Стоматология WEEKSMILE, 2025. – С. 2-3.
- Кулакова А.А. Дентальная имплантация. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – С. 4-5.
- Бостанов Э.А. Антибиотики при имплантации зубов // Стоматологическая клиника DentBerg, 2023. – 3 с.
- Милевски И. Пробиотики и пребиотики при зубной имплантации. [Электронный ресурс]. URL: meduniver. – 27.10.2022. – С. 1-2
- Милевски И. Иммуномодуляторы при зубной имплантации. [Электронный ресурс]. URL: meduniver. – 27.10.2022. – С. 1-3.
- Баранова Л.В., Цепов Л.М., Мешкова Р.Я. Иммунокорректирующая терапия при воспалительных заболеваниях пародонта // Вестник Смоленской медицинской академии, № 3, 2000. – С. 1-2.

ХИ. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ МНОГОСТАДИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

ДИМЕРИНА

Иванова С.К.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра биологической и химической технологии

Научный руководитель – старший преподаватель Завидовская К.В.

Актуальность. Производство димерина является сложным, многостадийным процессом, который по праву классифицируется как опасный производственный объект (ОПО) I класса опасности в соответствии с Федеральным законом № 116-ФЗ [1]. Высокий класс опасности обусловлен использованием значительных количеств веществ, относящихся к токсичным, горючим и взрывопожароопасным, а также применением оборудования, работающего под избыточным давлением.

Цель исследования. Анализ и систематизация инженерно-технологических мер, направленных на обеспечение безопасности при производстве димерина.

Материалы и методы исследования. Анализ синтеза димерина, научно-технической литературы, нормативных документов в области промышленной безопасности.

Результаты исследования. Исходными реагентами на I стадии являются: тригин, сульфат натрия, вода, уголь и дихлорэтан. Последовательность технологических операций включает: конденсацию, отстаивание, фильтрацию с промывкой, сушку, растворение, очистку, фильтрацию, кристаллизацию, фильтрацию и сушку.

Основные риски данного процесса связаны с применением дихлорэтана. Согласно ГОСТ 12.1.007-76, дихлорэтан является токсичным веществом (2-3 класс опасности), оказывающим общетоксичное и наркотическое действие, а также относится к горючим жидкостям. Операции конденсации, растворения и очистки требуют обеспечения полной герметичности оборудования для предотвращения испарения дихлорэтана в воздух рабочей зоны. Нормирование его содержания осуществляется по ПДК р.з. (10 мг/м³). Для контроля концентраций паров дихлорэтана в воздухе должны применяться газоанализаторы типа «Газотест-3001/3003», настроенные на определение паров хлорорганических соединений.

На 2 стадии (Синтез димерина) в качестве реагентов используются: водород, никель-ренийевый (катализатор), вода, бензин и уголь. Технологическая цепочка состоит из: гидрирования, кристаллизации, фильтрации, упаривания, перегонки, растворения и очистки, фильтрации, кристаллизации, фильтрации и сушки.

Данный процесс характеризуется наличием двух ключевых факторов риска:

1. Взрывопожароопасность. Водород образует с воздухом взрывоопасные смеси в широком диапазоне концентраций (нижний концентрационный предел воспламенения 4.1% об.). Бензин (растворитель) относится к легковоспламеняющимся жидкостям (4 класс опасности) с низкой температурой вспышки. Процесс гидрирования проводится в автоклавах под давлением, что повышает риск взрыва.

2. Токсикологическая опасность. Пары бензина оказывают общетоксичное и наркотическое действие. Пыль никель-ренийевого катализатора при вдыхании может обладать фиброгенным и сенсибилизирующим действием.

Для обеспечения безопасности процесса гидрирования реакторное оборудование оснащается системами автоматической блокировки, исключающей подачу водорода при отсутствии перемешивания или превышении критических параметров температуры и давления. Обязательна установка предохранительных мембран или клапанов, сбрасывающих давление

в случае его неконтролируемого роста. Все оборудование, связанное с водородом и бензином, должно быть заземлено для предотвращения накопления статического электричества.

Для защиты персонала на обеих стадиях производства организуется эффективная вентиляция. В помещениях, где ведутся операции с дихлорэтаном и бензином, проектируется приточно-вытяжная вентиляция с преобладанием вытяжки, а на участках загрузки-выгрузки – местные отсосы (вытяжные шкафы). Персонал обеспечивается СИЗ: фильтрующими противогазами от паров органических веществ, резиновыми перчатками и спецодеждой, стойкой к действию растворителей, а также средствами защиты органов дыхания от пыли катализатора.

Все стадии производства проводятся с соблюдением технологического регламента, в котором установлены строгие нормы технологического режима (температура, давление, время, соотношение реагентов) и порядок проведения операций. Обязательным является проведение первичного и периодического инструктажей по охране труда, а также аттестации работников в области промышленной безопасности.

Выводы. Безопасное производство димерина достигается за счет строгого соблюдения технологического регламента, применения герметичного оборудования с системами автоматической защиты и блокировки, эффективной вентиляции и обеспечения персонала соответствующими СИЗ. Комплексный подход, учитывающий специфические риски каждой технологической стадии, позволяет минимизировать вероятность аварий и создать безопасные условия труда.

Список литературы

1. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
2. ГН 2.2.5.686-98 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».
3. ГОСТ 12.4.002-74. «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации. Общетехнические требования».
4. Инженерно-технологическое обеспечение безопасности при производстве спазмолитического средства, Грибанова Т.В., В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2024. С. 135-137.
5. Обеспечение производственной безопасности при производстве противотуберкулезного лекарственного средства, Митусова И.А., Завидовская К.В., В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2024. С. 137-138.
6. Обеспечение безопасности оборудования и технологических процессов при производстве папаверина гидрохлорида, Орлова Т.С., Завидовская К.В., В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2024. С. 139-140.

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОТИВООПУХОЛЕВОГО ПРЕПАРАТА КАПЕЦИТАБИНА

Капнина Е.О.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра биологической и химической технологии

Научный руководитель: старший преподаватель Завидовская К.В.

Актуальность. Обеспечение промышленной и экологической безопасности при производстве противоопухолевых препаратов, в частности капецитабина, представляет собой одну из приоритетных задач современной фармацевтической промышленности. Высокая токсичность исходных реагентов и промежуточных соединений, а также наличие летучих и потенциально опасных органических растворителей требуют внедрения передовых инженерных решений для минимизации рисков для персонала и окружающей среды [1].

Цель исследования: разработка и обоснование инженерных решений, направленных на обеспечение безопасности оборудования и технологических процессов при производстве капецитабина.

Материалы и методы исследования. В работе использованы аналитические и системные методы: анализ физико-химических и токсикологических свойств исходных и образующихся веществ на всех стадиях синтеза капецитабина, моделирование технологических операций, а также обобщение требований нормативно-технической документации (ГОСТ, СанПиН, Правила промышленной безопасности). Данные о составе и характеристиках отходов, образующихся в ходе производства, взяты из технологического регламента.

Результаты исследования. Производственный цикл капецитабина включает 10 стадий, на которых образуются газообразные, жидкие и твердые отходы [2]. Среди них выявлены вещества, относящиеся ко 2–3 классам опасности: толуол (C_7H_8) – 3-й класс опасности, ПДК 50 мг/м^3 , взрывоопасен; хлортриметилсилан ($TMSCl$) – 2-й класс опасности, бурно гидролизуетсся с выделением HCl ; дихлорметан (DXM) – 2-й класс опасности, подозревается в канцерогенности, ПДК 50 мг/м^3 ; ацетонитрил (ACN) – 2-й класс опасности, высокотоксичен (метаболизируется до HCN), ПДК 3 мг/м^3 ; изопропанол ($ИП$) – 3-й класс опасности, ПДК 10 мг/м^3 , легко воспламеняется [3].

Наиболее опасные операции – отгонка, сушка и разделение слоев, где образуются пары органических растворителей и возможны их утечки в рабочую зону.

Для минимизации рисков предложены следующие инженерные решения:

Замкнутые системы конденсации и рекуперации растворителей на стадиях отгонки и сушки (ТП 1.3, ТП 1.8, ТП 1.12, ТП 1.16) позволяют улавливать и возвращать в технологический цикл до 99 % толуола, дихлорметана, изопропанола и ацетонитрила, что снижает как экологическую нагрузку, так и экономические издержки.

Локальные вытяжные вентиляционные установки (ЛВВУ) с принудительной подачей в абсорбционные или каталитические установки на всех операциях, связанных с обращением летучих токсичных веществ.

Герметизация технологического оборудования и использование двойных уплотнений на насосах и перемешивающих устройствах для предотвращения испарений $TMSCl$ и других гидролизующихся соединений.

Автоматизированные системы контроля концентрации паров в рабочей зоне с пороговыми датчиками для толуола, дихлорметана и ацетонитрила, интегрированные в общую систему оповещения и аварийного отключения.

Для утилизации твердых отходов (например, $Sn(OH)_4$) предложена установка регенерации оловосодержащих остатков путем обработки HCl с целью получения хлорида олова(II), что снижает затраты на сырье и уменьшает объем токсичных отходов [4].

Выводы. Производство капецитабина следует отнести к 3-му классу токсичности (умеренно опасное), с повышенной пожаро- и взрывоопасностью (категория помещений – Б), а также к особо опасным по электробезопасности вследствие применения органических рас-

творителей с низкой температурой вспышки. Реализация указанных инженерных решений позволяет не только соблюсти требования промышленной и экологической безопасности, но и повысить ресурсоэффективность производства. Создание многоуровневой системы защиты – от герметизации оборудования до автоматического контроля за атмосферой рабочей зоны – является ключевым условием безопасного синтеза противоопухолевых препаратов в условиях современного фармацевтического предприятия.

Список литературы

1. Токсикология: промышленные и экологические аспекты: учебное пособие / В. М. Смирнова, А. В. Борисов, Г. Н. Борисова, Е. Г. Ивашкин. — Нижний Новгород: НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2019. — 240 с.
2. ГОСТ 12.1.007–76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
3. СанПиН 2.2.4.3359–16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕОБРОМИНА

Кузнецова П.Д.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра биологической и химической технологии

Научный руководитель – старший преподаватель Завидовская К. В.

Актуальность. Развитие фармацевтической промышленности неразрывно связано с процессом создания и последующего вывода на рынок новых, высокоэффективных лекарственных препаратов. Теобромин – является веществом с выраженной фармакологической активностью, применяемым в медицинской практике.

Инженерно-технологические решения играют ключевую роль в минимизации профессиональных рисков, предотвращении аварийных ситуаций и снижении негативного воздействия на окружающую среду. В связи с этим, разработка и анализ системы инженерно-технологического обеспечения безопасности для конкретного производства, является актуальной научно-практической задачей.

Цель исследования - анализ и разработка комплекса инженерно-технологических мер по обеспечению безопасности при организации производственного процесса синтеза Теобромина.

Материалы и методы исследования. В работе применялись теоретические методы исследования (системный анализ, классификация опасных и вредных производственных факторов, формализация технологических и аппаратных схем), экспериментальные методы (моделирование потенциально опасных ситуаций, анализ физико-химических свойств сырья и промежуточных продуктов, оценка эффективности систем вентиляции и средств защиты).

Результаты исследования. Теобромин относится к алкалоидам пуринового ряда. 3,7-диметилксантин расширяет венечные сосуды и мускулатуру бронхов, что помогает улучшить кровообращение и снижает уровень артериального давления; обладает диуретическими свойствами; стимулирует центральную нервную систему, хотя теобромин не так силен, как кофеин, он все же имеет с последним аналогичное действие, вызывая в терапевтических дозах возбуждение сердечной мышцы [1].

На основе производственного регламента синтеза теобромина была составлена технологическая схема, состоящая из 2 стадий и 23 операций. Ключевыми стадиями являются: алкилирование, конденсация, циклизация и очистка целевого продукта. Анализ свойств применяемого сырья и промежуточных продуктов позволил идентифицировать основные опасности. В процессе синтеза используются вещества 1-го и 2-го классов опасности [2].

Такие реагенты, как тионилхлорид и амины ароматического ряда, они являются высокотоксичными, обладают раздражающим и общетоксическим действием. Превышение предельно допустимых концентраций этих веществ в воздухе рабочей зоны представляет непосредственную угрозу здоровью персонала.

Органические растворители, такие как толуол и метанол, применяемые в процессе, представляют собой легковоспламеняющиеся жидкости. Их пары способны образовывать с воздухом взрывоопасные смеси. Дополнительный риск воспламенения возникает из-за проведения некоторых стадий синтеза при повышенных температурах.

Производственные отходы, в том числе маточные растворы, промывные воды и отработанные сорбенты, содержат токсичные органические соединения. Это обуславливает необходимость применения особых подходов к их обезвреживанию и последующей утилизации [3].

На основе идентифицированных опасностей был разработан комплекс инженерно-технологических мер по обеспечению безопасности производства.

Метилирующие агенты, задействованные в процессе синтеза теобромина, классифицируются как вещества первого класса опасности. Их потенциальное воздействие включает мутагенные и канцерогенные эффекты, а также высокую летучесть и способность к проникновению через кожные покровы. Техническая защита процесса обеспечивается полной герметизацией реакторного оборудования посредством применения сальниковых насосов, магнитных муфт и двойных механических уплотнений. Дополнительно предусматривается установка системы аварийного сброса в скруббер. В качестве средств индивидуальной защиты персонала применяются изолирующие противогазы типа ИП-4М, костюмы химической защиты Л-1 и перчатки из бутилкаучука [4].

Эти соединения обладают высокой окислительной способностью и представляют значительную опасность взрыва в промышленных условиях. Для обеспечения безопасности технологического процесса необходимо использовать реактор, изготовленный из коррозионностойкого сплава хастеллоя, и оснастить его надежной системой контроля температуры с тройным резервированием. Кроме того, требуется постоянный мониторинг концентрации оксидов азота в воздухе рабочей зоны.

Для минимизации воздействия на окружающую среду применяются следующие меры: очистка вентиляционных выбросов с использованием цеолитных адсорберов для удаления органических веществ и скрубберов с щелочным раствором для нейтрализации кислотных газов. Обязательна обработка сточных вод, включающая нейтрализацию до достижения pH в диапазоне 6,5-8,5, а также использование систем обратного осмоса для очистки воды.

Выводы. Проведенный анализ позволил отнести производство теобромина к 4 классу токсичности, категории пожароопасности – В и 3 классу электробезопасности.

Для обеспечения безопасных условий труда при производстве теобромина необходим комплексный подход, включающий строгие инженерно-технологические решения: полная герметизация процессов, эффективная вентиляция, автоматизация контроля параметров, применение взрывозащищенного оборудования. Разработанный комплекс мер позволит минимизировать профессиональные риски, обеспечить соответствие производства требованиям охраны труда и промышленной безопасности, предотвратить негативное воздействие на окружающую среду [5].

Обязательным условием является использование средств коллективной и индивидуальной защиты, а также проведение постоянного медико-профилактического контроля и обучения персонала.

Список литературы

1. National Library of Medicine [Электронный ресурс] Режим доступа URL <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Theobromine> (дата обращения: 09.11.2025).

2. ГОСТ 12.1.007-76 «Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности». – Введ. 1977-01-01. – М.: Стандартинформ, 2012. – 11 с.
3. Машковский, М.Д. Лекарственные средства / М.Д. Машковский. – 16-е изд., перераб., испр. и доп. – М.: Новая Волна, 2012. – 1216 с.
4. Безопасность производственных процессов: Справочник / Под ред. С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 2015. – 448 с.
5. Временные методические рекомендации по проведению инвентаризации источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для предприятий-природопользователей. – М.: НИИ «Атмосфера», 2021. – 85 с.

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ НИКОТИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Кудрявцев В.Г.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра биологической и химической технологии

Научный руководитель: старший преподаватель Завидовская К.В.

Актуальность. В современном мире возрастает потребность в обеспечении безопасности на промышленных предприятиях, особенно в сфере фармацевтики. Это связано с увеличением объемов производства и расширением ассортимента лекарственных средств. Проблема обеспечения безопасности становится всё более значимой, так как нарушение стандартов может негативно сказываться на здоровье работников и потребителей, а также приводить к загрязнению окружающей среды. Производство никотиновой кислоты методом окислительного аммонолиза требует внимание к вопросам безопасности из-за особенностей производственного процесса.

Цель исследования – разработка и обоснование комплекса инженерных решений, направленных на повышение безопасности производственного процесса никотиновой кислоты, включающих в себя оптимизацию технологического оборудования, внедрение систем контроля и мониторинга опасных факторов, а также совершенствование мер предотвращения аварийных ситуаций, с целью минимизации рисков для персонала, окружающей среды и обеспечения стабильного функционирования предприятия.

Материалы и методы исследования. В ходе исследования применялся комплекс теоретических и экспериментальных методов. Теоретические методы включали классификацию, формализацию и конкретизацию данных, полученных из научно-технической литературы и нормативной документации. Экспериментальные методы включали анализ и моделирование технологических процессов и оборудования. Физические и физико-химические свойства сырья и готовой никотиновой кислоты определялись в соответствии с требованиями действующих ГОСТ, ГОСТ Р и других стандартов, а также санитарных правил и норм (СанПиН), регламентирующих гигиенические требования к организации производственных процессов и обеспечению безопасности персонала и окружающей среды на предприятиях химической промышленности.

Результаты исследования. Производство никотиновой кислоты, как и любой химический процесс, сопряжено с рисками, обусловленными использованием веществ различной степени опасности. Для обеспечения безопасности персонала, охраны окружающей среды и стабильной работы предприятия необходим комплексный подход к разработке и внедрению инженерных решений, учитывающих специфические риски, связанные с каждым классом опасности.

В первую очередь, необходимо обратить внимание на вещества чрезвычайно опасного класса (Класс 1). Ярким примером является пентаокись ванадия, обладающая канцерогенными свойствами и вызывающая системные поражения. Инженерные решения в данном случае должны быть направлены на полную изоляцию вещества от окружающей среды и персонала.

Это достигается за счет максимальной герметизации оборудования на всех стадиях технологического процесса, особенно при загрузке реагента, когда возникает риск образования аэрозоля. В дополнение к этому, необходимо использовать высокоэффективные системы местной вытяжной вентиляции и средства индивидуальной защиты органов дыхания высшего класса (респираторы FFP3), способные задерживать даже мельчайшие частицы.

Для веществ высокоопасного класса (Класс 2), к которым относятся β -пикотин и соляная кислота, приоритетной задачей является предотвращение контакта с кожей и слизистыми оболочками, а также ингаляционного воздействия. В случае с β -пикотином, необходимо обеспечить герметичность оборудования на этапах загрузки и отгонки, а также использовать системы местной вытяжной вентиляции для улавливания паров. Персонал должен использовать респираторы со специализированными фильтрами для органических паров, а также химически стойкие перчатки и спецодежду. При работе с соляной кислотой, особенно при кристаллизации, важно предотвратить испарение кислоты и образование брызг. Это достигается путем герметизации оборудования, использования местной вытяжной вентиляции, а также применением противогазов с фильтром типа В, кислотостойких перчаток и спецодежды. В обязательном порядке на рабочих местах должны быть предусмотрены аварийные души и фонтанчики для глаз для немедленного устранения последствий попадания кислоты на кожу и слизистые оболочки.

В отношении веществ умеренно опасного класса (Класс 3), таких как аммиак и никотиновая кислота, ключевым является контроль концентрации в воздухе рабочей зоны. Для аммиака необходимо обеспечить герметичность систем подачи и нейтрализации, а также использовать противогазы с фильтром типа К. При производстве никотиновой кислоты, на этапах фильтрации, сушки и фасовки необходимо применять местную вытяжную вентиляцию для удаления пыли, а персонал должен использовать респираторы класса FFP2.

Для веществ малоопасного класса (Класс 4), примером которого является оксид титана, достаточно применения местной вытяжной вентиляции и использования респираторов класса FFP1/FFP2 для защиты от пыли.

Независимо от класса опасности, важным элементом системы безопасности является внедрение организационных и административных мер, включающих полный запрет приема пищи и курения на рабочих местах, обеспечение условий для мытья рук и использование чистой спецодежды.

Выводы. В результате проведенного анализа и разработки инженерных решений для обеспечения безопасности при производстве никотиновой кислоты установлено, что ключевым фактором является дифференцированный подход к управлению рисками, основанный на классификации опасности используемых химических веществ. Комплексная система мер, включающая герметизацию оборудования, применение местной вытяжной вентиляции, использование соответствующих средств индивидуальной защиты, а также внедрение строгих организационных и административных процедур, позволяет минимизировать потенциальные риски для персонала, окружающей среды и обеспечить стабильное функционирование производственного процесса. Эффективное сочетание инженерных решений и организационных мер, адаптированных к каждому классу опасности, является залогом создания безопасной и устойчивой производственной среды при производстве никотиновой кислоты.

Список литературы

1. Инженерно-технологическое обеспечение безопасности при производстве спазмолитического средства, Грибанова Т.В., В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2024. С. 135-137.
2. Обеспечение производственной безопасности при производстве противотуберкулезного лекарственного средства, Митусова И.А., Завидовская К.В., В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XIV Всероссийской

научно-практической конференции с международным участием, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2024. С. 137-138.

3. Обеспечение безопасности оборудования и технологических процессов при производстве папаверина гидрохлорида, Орлова Т.С., Завидовская К.В., В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2024. С. 139-140.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВА ИЗАДРИНА

Панкрушева А.В.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра биологической и химической технологии

Научный руководитель - старший преподаватель Завидовская К.В.

Актуальность исследования заключается в необходимости строго соблюдения требований промышленной безопасности и охраны труда при производстве фармацевтической субстанции - изадрина.

Цель исследования – выявление и анализ факторов, влияющие на безопасность производства, разработка комплексных мероприятий по минимальному риску и обеспечению безопасных условий труда.

Материалы и методы. Теоретический обзор нормативно-правовой базы в области промышленной безопасности и охраны труда для фармацевтических производств. Анализ физико-химических и токсических свойств препарата. Рассмотрение современных инженерно-технических решений, организационных мер и средств индивидуальной защиты, применяемых в высокорисковых химико-фармацевтических производствах.

Результаты исследования. Безопасное производство Изадрина требует системного подхода, включающего ряд взаимосвязанных факторов (рис. 1).



Рисунок 1. Схема оценки производственных рисков

1. Токсикологическая и пожаровзрывоопасная оценка. Изадрин и его промежуточные продукты могут обладать острой и хронической токсичностью, раздражающим и сенсibiliзирующим действием. Необходимо тщательная оценка пожаровзрывоопасных свойств используемых растворителей и реагентов для предотвращения инцидентов.

2. Инженерно-технические решения. Изадрин при смешивании с другими веществами, может вызвать токсические действия [1]. Использование герметичного оборудования (реакторы, фильтры, сушилки) для минимизации выбросов и контакта с продуктом. Также нужно использовать локальную вытяжную вентиляцию. Для эффективного обеспечения ПДК в рабочей зоне. Системы аварийной остановки нужна для разработки и внедрения автоматических систем экстренной остановки оборудования и процессов при возникновении

нештатных ситуаций. Защитные боксы и перчаточные боксы. Использование изолирующих устройств для работы с высокотоксичными и пылящими веществами [2].

3. Организационные и административные меры. Разработка строгих SOP (стандартных операционных процедур). Детальное описание всех этапов производственного процесса, включая процедуры безопасной работы и действия в аварийных ситуациях. Обучение и повышение квалификации персонала. Регулярное обучение сотрудников правилам безопасности, использованию СИЗ, а также действиям при возникновении нестандартных ситуаций. Система допусков к работе. Внедрение системы нарядов-допусков для выполнения работ повышенной опасности. Наличие четких планов действий на случай утечек, пожаров, взрывов и других инцидентов. Регулярные медицинские осмотры персонала, работающего с Изадрином [3].

4. Средства индивидуальной защиты (СИЗ). Использование адекватных СИЗ (респираторы с высокой степенью защиты, защитные костюмы, перчатки, очки) в соответствии с оценкой рисков на каждом этапе производства [4].

5. Управление отходами и охрана окружающей среды. Обеспечение разработки эффективных методов утилизации и обезвреживания токсичных отходов производства, минимизация их образования. Контроль за выбросами в атмосферу и сбросами в сточные воды. Полученные результаты подчеркивают, что безопасность производства Изадрина достигается не за счет отдельных мер, а путем интегрированной системы управления, охватывающей все аспекты технологического процесса и человеческого фактора.

В процессе работы были проанализированы основные характеристики сырья и получаемых полупродуктов, ухудшающих безопасность производства. К ним относятся токсичность и пожаровзрывоопасность веществ участвующих в схеме синтеза Изадрина. В производстве бронхолитического средства применяется сырье, относящееся к 1 классу опасности, однако метиловый спирт, изопропиловый спирт, соляная кислота выступают в качестве весьма токсичных веществ. Многие компоненты, используемые для получения Изадрина, относятся к взрывоопасным.

Выводы. Таким образом, производство спазмолитического средства «Изадрин» было отнесено к 2 классу токсичности (чрезвычайно опасное), к категории пожароопасности 3 классу электробезопасности (особо опасные помещения). Для обеспечения безопасности производства бронхолитического средства, удовлетворяющей требованиям по охране труда и охране здоровья работников, необходимо проводить особо строгие профилактические меры. Для оптимизации пожарной безопасности при категории В необходимо проводить весь спектр профилактических мер по предотвращению пожаров, включающих в себя организационные, эксплуатационные, технические и режимные мероприятия. При использовании высокотоксичных веществ на предприятии необходимо: проводить постоянное гигиеническое нормирование, то есть устанавливать и соблюдать предельно допустимые концентрации сырья в воздухе рабочей зоны; проводить постоянную проверку эффективности вентиляции; проводить постоянное обучение и информирование работников правилам безопасного обращения с токсичными веществами; проводить медико-профилактические мероприятия. Для обеспечения безопасного производства необходимо внедрение комплексного подхода, включающего строгий контроль токсикологических свойств, применение современных инженерных решений, неукоснительное соблюдение организационно-административных мер, адекватное использование СИЗ и ответственное управление отходами. Это позволит минимизировать риски и обеспечить устойчивое и безопасное производство данного важного фармацевтического препарата.

Список литературы

- ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2007.
- Охрана труда в химической промышленности: Учебник / Под ред. В. А. Кузнецова. – М.: Химия, 2008. – 480 с.

3. Основные принципы безопасной работы в фармацевтической промышленности // Фармацевтическая промышленность. – 2019. – № 2. – С. 45-51.
4. Методы оценки и управления профессиональными рисками на химическом производстве / И. В. Петров, А. С. Сидорова. – Санкт-Петербург: Технолит, 2021. – 210 с.
5. Руководство по надлежащей производственной практике (GMP) Евразийского экономического союза. – М.: ЕЭК, 2016.
6. Инженерная безопасность химико-технологических процессов: Учеб. пособие / Н. Н. Захаров, В. М. Сидоров. – М.: Дрофа, 2015. – 352 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА АПРЕССИНА НА ОСНОВЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Привал А.В.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра биологической и химической технологии

Научный руководитель – старший преподаватель Завидовская К.В.

Актуальность. Артериальная гипертензия – одно из самых распространенных заболеваний сердечно-сосудистой системы, поражающее 20–30% взрослого населения, с ростом распространенности до 50–65% среди лиц старше 65 лет. Апрессин (гидралазин, 1-гидразинофталазина гидрохлорид) является эффективным гипотензивным средством прямого сосудорасширяющего действия. Его преимущества – высокая эффективность, сравнительно низкая токсичность и возможность применения при эклампсии – обуславливают постоянный интерес к совершенствованию и оптимизации технологии производства данной фармацевтической субстанции.

Цель исследования – проведение проектно-технологического исследования по обоснованию выбранного метода синтеза апрессина, анализу физико-химических основ процесса, разработке мероприятий по повышению эффективности и обеспечению промышленной и экологической безопасности производства.

Материалы и методы исследования. В работе применялись теоретические методы исследования (анализ научной литературы, классификация, формализация) и экспериментальные (моделирование технологического процесса). Физико-химические свойства исходного сырья, промежуточных продуктов и целевой субстанции определялись в соответствии с требованиями действующих ГОСТ, фармакопейных статей и справочных данных. Для идентификации и контроля качества апрессина использовались методы ИК-спектрометрии, высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и качественные реакции (обнаружение хлорид-ионов, проба Хинсберга).

Результаты исследования. В качестве базового метода принят многостадийный синтез из нафталина, включающий стадии окисления, конденсации, декарбоксилирования, хлорирования и аминирования. Для преодоления ключевого ограничения — низкого общего выхода (13,55%) — предложены решения по его существенному увеличению. Каталитическое аминирование с применением Pt/TiO_2 и гидрохлорирование концентрированной HCl в толуоле позволяют повысить суммарный выход целевого продукта до 31,19%.

Производственный процесс связан с использованием высокоопасных веществ, таких как гидразин-гидрат и хлорид фосфора, что обуславливает его отнесение к взрыво- и пожароопасным объектам (категория В). Комплекс мер безопасности включает строгую герметизацию оборудования, эффективную вентиляцию, обязательное применение СИЗ и систематический мониторинг воздушной среды. Для минимизации экологического ущерба рекомендовано внедрение систем регенерации растворителей и нейтрализации отходов.

Выводы. Таким образом, спроектированная технология получения апрессина классифицируется как взрыво- и пожароопасная (категория В) с использованием веществ 1-го класса опасности и относится к помещениям с особой опасностью. Реализация предложенного комплекса инженерно-технических (герметизация, вентиляция, автоматизация) и организационных мероприятий (обучение; СИЗ; мониторинг), а также внедрение усовершенствованных методов синтеза, позволяет создать безопасные условия труда, обеспечить экологиче-

скую защиту и повысить экономическую эффективность процесса, что является необходимым условием для внедрения синтеза в промышленное производство.

Список литературы

1. Всемирная организация здравоохранения. – <https://www.who.int/>
2. Вартанян Р.С. Синтез основных лекарственных средств. – М.: МИА, 2005.
3. Майюфис Л.С. Химия и технология химико-фармацевтических препаратов. – М., 1964.
4. Безопасность жизнедеятельности в химической промышленности: учебник / под ред. Н.И. Акинина. – СПб.: Лань, 2022.
5. Инженерно-технологическое обеспечение безопасности при производстве спазмолитического средства, Грибанова Т.В., В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2024. С. 135-137.
6. Обеспечение производственной безопасности при производстве противотуберкулезного лекарственного средства, Митусова И.А., Завидовская К.В., В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2024. С. 137-138.
7. Обеспечение безопасности оборудования и технологических процессов при производстве папаверина гидрохлорида, Орлова Т.С., Завидовская К.В., В сборнике: Биотехнология и биомедицинская инженерия. сборник научных трудов по материалам XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2024. С. 139-140.

ОПТИМИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ФУРАГИНА НА ОСНОВЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Панькова В.П.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра биологической и химической технологии

Научный руководитель - старший преподаватель Завидовская К.В.

Актуальность исследования заключается в необходимости строго соблюдения требований промышленной безопасности и охраны труда при производстве фармацевтической субстанции фурагин.

Цель исследования – выявление и анализ факторов, влияние на безопасность производства, разработка комплексных мероприятий по минимальному риску и обеспечению безопасных условий труда.

Материалы и методы. Теоретический обзор нормативно-правовой базы в области промышленной безопасности и охраны труда для фармацевтических производств. Анализ физико-химических и токсических свойств препарата. Рассмотрение современных инженерно-технических решений применяемых в высокорисковых химико-фармацевтических производствах.

Результаты исследования. Фурагин является представителем нитрофурановых противомикробных средств. Механизм действия вещества направлен на подавление процесса образования нуклеиновых кислот в бактериях, что, в свою очередь, препятствует их размножению [1].

На основе производственного регламента синтеза Фурагина была составлена технологическая схема, состоящая из 3 стадий и 13 операций. Так же была разработана аппаратная схема производства противомикробного средства, включающая в себя основное оборудование, в которое входят реакторы, фильтры, конденсаторы аппараты. В процессе работы были проанализированы основные характеристики сырья и получаемых полупродуктов, влияющих на безопасность производства. К ним относятся токсичность и пожаровзрывоопасность ве-

ществ, участвующих в схеме синтеза Фурагина. В производстве лекарственного средства применяется сырье, относящееся ко 2 классу опасности (серная кислота) и 3 классу опасности (азотная кислота, фурфурол, уксусный альдегид). Многие компоненты, используемые для получения Фурагина относят к взрывоопасным.

Проанализированы основные опасности, связанные с производством изониазида.

Токсичность. Исследовав технологический процесс производства Фурагина на наличие операций, приводящих к превышению предельно-допустимых концентраций (ПДК) в воздухе, воздействию на кожный покров, слизистые оболочки и системы органов, а также при попадании в желудочно-кишечный тракт можно сделать следующий вывод:

Все нитросоединения в большей или меньшей степени ядовиты и пожароопасны. При попадании на кожу концентрированная азотная кислота вызывает тяжелые ожоги. Пары азотной кислоты и оксидов азота раздражают верхние дыхательные пути, вызывают конъюнктивиты и поражают роговицы глаз. Концентрированная азотная кислота и оксиды азота по токсичности относятся к умеренно опасным веществам (III-й класс опасности по ГОСТ Р 59123-2020) [2].

Пары уксусного альдегида действуют наркотически на нервную систему, вызывают раздражение носоглотки, и глаз, при более высоких концентрациях – удушье, резкий кашель, головную боль, бронхит, воспаление легких. Попадая на кожу, вызывает ожоги. По степени воздействия на организм уксусный ангидрид относится к III-му классу опасности [3].

Фурфурол ядовитое вещество, принадлежащее ко III-му классу опасности по степени воздействия на человеческий организм. Пары фурфуrolа поражают нервную систему, вызывают острое отравление [4].

Техническая серная кислота токсична. По степени воздействия на организм относится к веществам II-го класса опасности по ГОСТ Р 59123-2020 [5]. Серная кислота обладает выраженным раздражающим действием на кожу и слизистые оболочки глаз. Серная кислота при попадании на кожу человека вызывает сильные, долго незаживающие ожоги.

Большинство реагентов являются умеренно опасными и относятся ко второму классу токсичности. Регулярный мониторинг уровня загрязнений воздуха на рабочем месте и герметизация оборудования поможет предотвратить превышение безопасных уровней воздействия токсичных веществ.

Взрывоопасность. В ходе синтеза Фурагина используются взрывоопасные и пожароопасные вещества, такие как азотная и серная кислоты. Производство относится к категории взрывоопасности В. Правильная организация рабочего места, использование индивидуальных средств защиты, хранение и утилизация отходов, точное соблюдение регламентного режима, а также герметизация оборудования, которая обеспечивается применением аппаратов с надежным уплотнением крышек и сальников, установкой герметичных пробоотборников или автоматических приборов для анализа реакционной массы, а также бессальниковой арматуры и насосов помогут избежать потенциальных взрывов и минимизировать риски для работников.

Электробезопасность. Производство относится к 3 классу электробезопасности (особо опасные помещения). Работа с электрооборудованием и электрическими системами может представлять риск как для самих сотрудников, так и для технологических процессов. Обучение персонала, использование средств индивидуальной защиты, защита от короткого замыкания, заземление и регулярная проверка и обслуживание оборудования позволяют предотвратить возможные аварии и технологические остановки работы производства.

Выводы. Таким образом, производство спазмолитического средства «Фурагин» было отнесено к 4 классу токсичности (чрезвычайно опасное), к категории пожароопасности В и 3 классу электробезопасности (особо опасные помещения). Оптимизация технологического процесса производства фурагина на основе инженерных технологий позволяет значительно повысить уровень безопасности труда сотрудников предприятий, снизить экологические риски и обеспечить высокое качество конечной продукции. Предложенные меры направлены на

создание устойчивого и надежного производства, соответствующего современным требованиям охраны труда и экологической безопасности.

Список литературы

1. Регистр лекарственных средств России [Электронный ресурс]. - Режим доступа URL https://www.rlsnet.ru/drugs/furagin-1072?ysclid=m4ptt5n2b480_235442 (Дата обращения 25.10.2025)
2. ГОСТ Р 59123-2020. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности – Взамен ГОСТ 12.1.007; введен 01.10.2021. – Москва
3. ГОСТ 12.4.011-89. Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация; введен 1992.01.01. – Москва.
4. ГОСТ 12.4.021-75. Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования; введен 2003. 04.01. – Москва.
5. ГОСТ Р 59123. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты. Общие требования и классификация; введен 2021. 10.01. – Москва

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЕПРОТАНА

Семенова В.А.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра биологической и химической технологии

Научный руководитель – старший преподаватель Завидовская К.В.

Актуальность. Производство мепротана требует строгого соблюдения норм безопасности, охраны труда и защиты окружающей среды. Опасные вещества, используемые в технологическом процессе, создают потенциальную угрозу для персонала и окружающей среды, что обуславливает необходимость разработки и внедрения эффективных инженерно-технологических решений для обеспечения безопасности.

Цель исследования. Анализ и систематизация инженерно-технологических мер, направленных на обеспечение безопасности при производстве мепротана.

Материалы и методы исследования. Анализ синтеза мепротана, научно-технической литературы, нормативных документов в области промышленной безопасности.

Результаты исследования. Производство мепротана представляет собой сложный многостадийный процесс, который можно разделить на четыре основных этапа. Эти этапы включают: получение 2-метилпентанала, получение 2-метилвалерианового альдегида, получение 2-метил-2-н-пропил-1,3-пропандиола и завершающую стадию синтеза мепротана.

Анализ многостадийного синтеза мепротана показал, что технологический процесс включает использование ряда высокоопасных химических веществ (табл. 1).

Таблица 1 – Принадлежность веществ к классу опасности

Вещество	Предельно допустимая концентрация в воздухе	Класс опасности
Соляная кислота	5 мг/м ³	3
Едкий натр	0,5 мг/м ³	2
Серная кислота	1 мг/м ³	2
Метанол	5 мг/м ³	3
Формалин	0,5 мг/м ³	2
1,2-Дихлорэтан	10 мг/м ³	2
Пропаналь	5 мг/м ³	3

Соляная кислота – оказывает прижигающее действие на слизистые оболочки и кожу, сильно раздражает дыхательные пути. Едкий натр – негорючее, пожаробезопасное, едкое

вещество без запаха, обладает резко выраженным раздражающим действием. Техническая серная кислота – пожаробезопасна, бурно реагирует с водой, выделяя тепло и газы. Токсична. Метанол – особо опасная, легковоспламеняющаяся жидкость. Опасен при попадании внутрь, вплоть до смертельного исхода. Технический формалин обладает резким запахом, вызывает слезотечение, раздражение дыхательных путей, зуд кожи. 1,2-Дихлорэтан легко воспламеняется, при горении выделяет токсичные пары. Обладает наркотическим действием, вызывает отравления. Пропаналь – оказывает наркотическое и раздражающее действие, поражает дыхательную систему. Раздражает кожу, вызывает некроз, ожоги. Горюч [1-7].

На основании применения веществ 2-го класса опасности, а также наличия легковоспламеняющихся и токсичных компонентов, производство мепротана классифицируется как опасный производственный объект II класса опасности. Определение класса опасности осуществлялось по показателям ПДК вредных веществ и их взрывопожароопасности в соответствии с действующими нормативными документами в области промышленной безопасности.

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что основой техники безопасности является точное соблюдение регламентного режима, а также герметизация оборудования, которая обеспечивается применением аппаратов с надежным уплотнением крышек и сальников, установкой герметичных пробоотборников или автоматических приборов для анализа реакционной массы.

Реакторы оборудованы системами термостатирования с автоматическим регулированием температуры и предохранительными клапанами, рассчитанными на давление, превышающее рабочее на 10%. Перемешивание реагентов обеспечивается мешалками с торцевыми уплотнениями, гарантирующими герметичность и предотвращающими выброс паров в рабочую зону. Аппараты должны быть защищены от кислотной коррозии и регулярно подвергаться тщательному осмотру. На аппаратах, в которых перерабатываются взрывоопасные смеси, устанавливают предохранительные мембраны, а на соответствующих трубопроводах – огне-взрывопредохранители. Процессы, связанные с опасностью самовозгорания, проводят в токе азота или иного инертного газа [8].

Для перекачивания вредных и опасных жидкостей вместо обычных насосов применяют бесальниковые насосы, изготовленные из коррозионноустойчивого материала. Для транспортировки используют трубопроводы с усиленными соединениями и надежными зажимами прокладок.

В производственных цехах промышленных предприятий чаще всего используются общеобменные системы приточно-вытяжной вентиляции, предназначенные для удаления из помещений вредных паров, газов, пыли, избыточной влажности или доведения концентраций вредных веществ до предельно допустимых норм.

В помещениях, где хранятся и используются легковоспламеняющиеся и токсичные вещества, установлены автоматические газоанализаторы, контролирующие концентрацию паров в воздухе. При превышении установленных пороговых значений автоматически включается система аварийной сигнализации и оповещения, а также отключается подача электроэнергии к оборудованию, расположенному в опасной зоне [9].

Лаборатория обеспечивается специальной одеждой из шерстяной ткани, которая меньше разрушается кислотами. При работе с кислотными растворами используют комбинезоны со специальными пропитками, соответствующие очки и перчатки [10].

Для охраны окружающей среды необходимо предусмотреть раздельный сбор и утилизацию отходов, а также контроль за их образованием и утилизацией. Предусматривать специальные места для хранения отходов. Это поможет предотвратить загрязнение ливневых сточных вод. В зависимости от целей использования, сточные воды необходимо очищать до уровня, приемлемого для водоема. В населенных местах необходимо соблюдать предельно допустимые уровни загрязнения воздуха, учитывая фоновый уровень загрязнения. При необходимости следует использовать пыле- и газоочистное оборудование и контролировать выбросы вредных веществ. Необходим регулярный мониторинг состояния окружающей среды в зонах производства для своевременного выявления загрязнений [11].

Выводы. Обеспечение безопасности при производстве мепротана, относящегося ко II классу опасности, требует комплексного подхода, включающего в себя строгое соблюдение технологических регламентов, использование надежного оборудования и эффективных систем контроля, а также применение современных методов защиты персонала и окружающей среды.

Список литературы

- ГОСТ 857-95 Кислота соляная синтетическая техническая. — Москва : Стандартинформ, 2008 — 17 с.
- ГОСТ Р 55064-2012 Натр едкий технический. Технические условия. — Москва : Стандартинформ, 2019 — 41 с.
- ГОСТ 2184-2013 Кислота серная техническая. Технические условия. — Москва : Стандартинформ, 2019 — 36 с.
- ОСТ 2222-95. Метанол технический. Технические условия. — Москва : Стандартинформ, 2008 — 16 с.
- ГОСТ 1625-2016. Формалин технический. Технические условия. — Москва : Стандартинформ, 2019 — 17 с.
- ГОСТ 1942-86. 1,2-Дихлорэтан технический. Технические условия. — Москва : Стандартинформ, 2001 — 14 с.
- Федеральный регистр потенциально опасных химических и биологических веществ | Филиал РПОХБВ ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф.Эрисмана» Роспотребнадзора – Режим доступа: <https://rpohev.ru/online/detail.html?id=1136&ysclid=m472vx4jxm603602554>
- Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 032/2013 "О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением" (Принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 2 июля 2013 г. N 41).
- ГОСТ 12.3.047-2012 "Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля". - Москва: Стандартинформ, 2012.
- Основы охраны труда : учебное пособие / авт.-сост. В.Б. Рондырев-Ильинский, Б.В. Кравец, Э.А. Кузнецова; под общ. ред. В.Б. Рондырева-Ильинского. – 2-е изд., доп. – Нижневартовск: НВГУ, 2019 – 224 с.
- Оценка воздействия на окружающую среду – Режим доступа: https://www.kuazot.ru/files/blocks/ovos_18_files2_1561112533.pdf

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЦИКЛОФОСФАНА

Соседова А.В.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра биологической и химической технологии

Научный руководитель – старший преподаватель Завидовская К.В.

Актуальность исследования в производстве циклофосфана связано с минимизацией рисков и предотвращения аварийных ситуаций из-за токсичности исходных материалов и конечного продукта, взрывоопасности технологического процесса и потенциальной опасности загрязнения окружающей среды.

Цель исследования – обеспечение производственной безопасности при производстве циклофосфана.

Материалы и методы. Теоретический обзор ключевых этапов производственной безопасности: характеристика производственных процессов, факторы риска и возможные последствия, методы и способы предотвращения воздействия циклофосфана на организм человека.

Результаты исследования. Метод синтеза циклофосфана (рис. 1) заключен во взаимодействии диэтиламина с тионилхлоридом в среде хлороформа при температуре получа-

ют гидрохлорид ди-2-хлорэтиламина, который при реакции с хлорокисью фосфора образует дихлорид N, N-ди-2-хлорэтил фосфамида. Последний при взаимодействии с 3-аминопропанолом-1 дает N, N-дихлорэтил N', O-пропиленовый эфир диамида фосфорной кислоты при температуре. При перемешивании N, N-дихлорэтил N', O-пропиленовый эфир диамида фосфорной кислоты с водой получают моногидрат N, N-ди-2-хлорэтил-N', O-пропиленовый эфир диамида фосфорной кислоты [1].

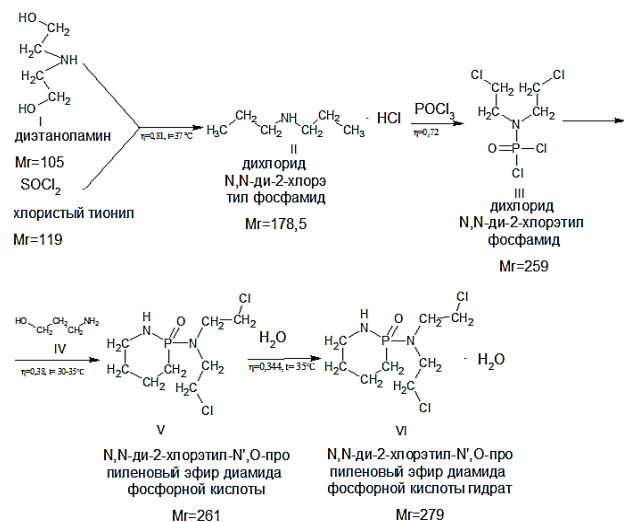


Рисунок 1. Схема синтеза циклофосфана

Был проанализирован синтез производства циклофосфана и определен класс опасности 1. Это связано с его физико-химическими свойствами: вещество обладает сильным раздражающим действием на слизистые оболочки дыхательных путей и глаз, вызывает раздражение кожи, оказывает токсическое воздействие на центральную нервную систему и внутренние органы.

В двух стадиях производства циклофосфана, а именно при хлорировании, необходимо уделять большое внимание соблюдению технологии процесса, системе контроля и автоматизации технологических операций, герметизации оборудования и механизации всех ручных операций. Потому что исходные соединения часто являются взрыво- и пожароопасными веществами. Отделения хлорирования, а также каждый аппарат на стадии хлорирования должны быть оборудованы приточно-вытяжной, местной и аварийной вентиляцией, так как органические галогениды и галогенирующие агенты могут обладать наркотическими свойствами, местным раздражающим действием, вызвать экзему и другие кожные заболевания. Аллил- и бензилгалогениды сильно раздражают дыхательные пути и глаза. При разливе хлорированной смеси она должна быть нейтрализована содой или известью, а затем смыта водой [2, 3].

При работе с тионилхлоридом (класс опасности 2) избегать попадания на кожу, в глаза или на одежду. Необходимо перед работой надеть надлежащие индивидуальные защитные снаряжения, а после работы тщательно обмыться. Обеспечить достаточную вентиляцию для предотвращения распространения паров.

Тионилхлорид необходимо хранить при комнатной температуре, составляющей примерно 21°C. Не хранить длительное время в условиях повышенной влажности. В мерах предосторожности избегать короткого замыкания и воздействия температур, превышающих

максимальное значение, указанное производителем. Не поджаривать элементы и избегать чрезмерного их разряда, прокола или разрушения, а также не хранить гальванические элементы вблизи других горючих/огнеопасных материалов [4].

Перед началом работы с хлорокисью фосфора (класс опасности 1) проверить целостность спецодежды и средств индивидуальной защиты, на рабочем месте убрать все посторонние предметы и реактивы, непосредственно ненужные для работы. Также удостовериться о работе вентиляции, исправности вытяжного шкафа, герметичности оборудования, емкостей для хранения.

Хлорокись фосфора необходимо хранить в темных толстостенных бутылках с притертыми пробками в металлических защитных кожухах, под тягой отдельно от любых других реактивов. Также помнить, что попадание воды или разбавленных растворов кислот и щелочей на хлорокись фосфора может привести к сильному взрыву.

По окончании работ тщательно вымыть лицо и руки, прополоскать водой рот [5].

При работе с диэтанолламином (класс опасности 3) необходимо использовать средства индивидуальной защиты. Следовать всем предупреждениям и рекомендациям по мерам безопасности, содержащимся в описании продукции, а также правилам личной гигиены. В производственном помещении должна быть вода и аптечка с медикаментами для оказания первой помощи. Лица, допущенные к работам на производстве, должны быть старше 18 лет, иметь профессиональную подготовку, соответствующую характеру работ, и должны проходить периодические медицинские осмотры в установленном порядке. Все работающие должны пройти обучение безопасности труда. Во время работы не есть, ни пить, ни курить. Перед едой мыть руки. После работы снять загрязненную одежду. Тщательно вымыться и не надевать загрязненную одежду.

Для защиты органов дыхания необходимо надевать противогаз, промышленный фильтрующий марки А. А для защиты кожи тела – защитную одежду: костюмы хлопчатобумажные, ботинки кожаные, перчатки резиновые типа I, рукавицы специальные типов Б, В, Г, Д, очки защитные закрытые, фартук прорезиненный.

В процессе производства окружающую среду защищают от вредных воздействий тщательной герметизацией технологического оборудования, транспортной тары, процессов слива и налива продукта. Проводят периодический контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны; анализ промышленных стоков на содержание в них вредных веществ в допустимых концентрациях; очистку воздуха производственных помещений до установленных норм перед сбросом в атмосферу. Также не допускать попадания продукта в водоемы, подвалы, канализацию [6,7].

При работе с тионилхлоридом избегать выбросов в водотоки, грунтовые воды или в какие-либо объекты природной среды.

Тара и упаковка для диэтанолламина - стальные бочки: - типа IA1 по ГОСТ 13950-91, - типа I и II по ГОСТ 6247-79.

Транспортировка диэтанолламина должна соответствовать ГОСТу 26663, ГОСТ 21650 [8, 9,10].

Необходимо проводить такие мероприятия по обеспечению безопасности, как:

- Медицинские осмотры и контроль здоровья.
- Обучение и инструктаж.

Выводы. Таким образом, был проанализирован синтез производства циклофосфана и определен класс опасности 1, что связано с его физико-химическими свойствами. Обеспечение производственной безопасности при производстве циклофосфана требует комплексного подхода, включающего организацию рабочих мест, применения средств индивидуальной защиты, регулярный медицинский контроль и повышение уровня квалификации персонала. Эффективное управление производственными факторами риска возможно лишь при систематическом подходе к вопросам охраны труда и промышленной экологии. Выполнение установленных норм позволяет минимизировать негативное влияние вредных веществ на здоровье работников и окружающую среду.

Список литературы

1. Синтетические химико-фармацевтические препараты: справочник / М. В. Рубцов, А. Г. Байчиков ; ред. А. Г. Натрадзе. - М.: Медицина, 1971. - 328 с
2. Основные процессы химического синтеза биологически активных веществ: тексты лекций для студентов специальности 1-48 02 02 «Технология лекарственных препаратов» / Я. М. Каток. – Минск: БГТУ, 2017. – 149 с. (- 57 с, 69 с)
3. ГОСТ 12.1.004 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования
4. Тионилхлорид ТУ 6-01-4689387-41-90
5. ИОТ №60 при работе с кислотами Льюиса 15245 / № 60 /2022 г.
6. ГОСТ 12.1.005 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
7. ГОСТ 32419-2013 «Классификация опасности химической продукции».
8. Диэтаноламин технические условия ТУ 2423-003-78722668-2010
9. 27.ГОСТ 13950-91 Бочки стальные сварные и закатные с гофрами на корпусе. Технические условия
10. 25.ГОСТ 21650-76. «Средства скрепления тарно-штучных грузов в транспортных пакетах»

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПРОМЫШЛЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СИНТЕЗЕ ПРОТИВООПУХОЛЕВОГО ПРЕПАРАТА
ХЛОРБУТИН**

Смирнов Н.А.

Курский государственный медицинский университет

Кафедра биологической и химической технологии

Научный руководитель – старший преподаватель Завидовская К.В.

Актуальность. Разработка безопасных производственных процессов для синтеза цитостатических препаратов, к которым относится хлорбутин, представляет собой критически важную задачу современной фармацевтической индустрии. Высокая биологическая активность целевого продукта и применение агрессивных, токсичных реагентов на технологических стадиях диктуют необходимость внедрения комплексных инженерно-технических решений, направленных на минимизацию профессиональных рисков.

Цель исследования – разработка и систематизация мероприятий по обеспечению промышленной безопасности и экологической стабильности в рамках проектной технологии получения субстанции хлорбутина.

Материалы и методы анализа. В основу работы положены методы системного анализа и инженерного прогнозирования рисков. Проведена оценка опасных свойств реагентов и промежуточных соединений на основе нормативной документации (ГОСТ), разработана модель потенциально опасных операций для многостадийного синтеза.

Результаты исследования. Анализ трехстадийного синтеза (алкилирование, хлорирование, кислотный гидролиз) выявил узловые точки повышенной опасности. Ключевые риски сформулированы следующим образом:

Используемые вещества (оксид этилена, PCl_3 , хлористый метилен) обладают выраженным токсическим, раздражающим и sensibilizing действием. Промежуточный продукт (метилловый эфир γ -[p-ди-(2-хлорэтил)-аминофенил]-масляной кислоты) проявляет кожно-резорбтивную активность.

При оценке пожаровзрывоопасности выявлено, что органические растворители (бензол, дихлорметан) образуют с воздухом легковоспламеняющиеся смеси, что относит производство к категории В по взрывопожарной опасности.

Коррозионная активность. Процессы ведутся в среде минеральных и карбоновых кислот, что требует использования оборудования, стойкого к коррозии.

Для избегания потенциальных угроз предложены следующие меры безопасности.

Технические решения подразумевают применение герметичных реакторов с рубашками термостатирования, изготовленных из высоколегированных сталей и фторопластов, оснащение цехов аварийной вентиляцией и стационарными системами газоанализа.

В качестве организационно-технологических мер предусмотрена автоматизация дозирования высокотоксичных реагентов (PCl_3), строгий контроль температурных и временных параметров для предотвращения неконтролируемых экзотермических процессов.

Для защиты персонала обязательно использование СИЗ (костюмы химической защиты, очки, респираторы), проведение регулярных инструктажей по действиям в аварийных ситуациях.

Выводы. Таким образом, спроектированная технология получения хлорбутина классифицируется как умеренно опасная (3 класс) с высокой пожарной опасностью (категория В). Реализация предложенного комплекса инженерно-технических и организационных мероприятий позволяет создать безопасные условия труда, обеспечить экологическую защиту и стабильность технологического цикла, что является необходимым условием для внедрения синтеза в промышленное производство.

Список литературы

1. ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
2. ГОСТ Р 56452-2015. Препараты фармацевтические. Субстанция хлорбутина. Технические условия.
3. Бондаренко В.А., Иванов О.И. Совершенствование стадии хлорирования в синтезе алкилирующих противоопухолевых средств // Журнал прикладной химии. – 2023. – Т. 96, № 1. – С. 23-29.
4. Моделирование и оптимизация биотехнологических процессов. - Едноровская О.В., Завидовская К.В. // В сборнике: Моделирование и прогнозирование развития отраслей социально-экономической сферы. Сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 227-229.
5. Разработка и обоснование проектирования производства субстанции противоопухолевого цитостатического средства алкилирующего типа - Медведева П.Г., Завидовская К.В. // В сборнике: Горизонты биофармацевтики. сборник научных трудов по материалам VIII Международной научно-практической молодежной конференции, посвященной 88- летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2023. С. 209-210. 5. Контроль и управление в биотехнологических процессах / Лазурина Л.П., Секерина И.Ю., Осташко Т.В., Завидовская К.В., Басарева О.И. // В сборнике: Моделирование и прогнозирование развития отраслей социально-экономической сферы. материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 181-184.

ОЦЕНКА ОПЕРАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЧАСТКА ПРОИЗВОДСТВА СУППОЗИТОРИЕВ

Шевцов А.С., Курилова О.О., Ларин С.Л.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра фармакогнозии и фармацевтической технологии

Актуальность. Показатель OPI (Operational Production Indicator) отражает эффективность работы оборудования при выпуске качественной продукции относительно затраченного рабочего времени. Он рассчитывается отдельно по каждой единице оборудования. Использование данного показателя позволяет своевременно количественно оценить операционную эффективность производства, выявить «узкие места» и инициировать управленческие решения для оптимизации производства [1].

Цель исследования. Оценка операционной эффективности производственного участка фармацевтического предприятия при наработке опытных серий суппозиториях путем расчета и анализа сквозного показателя OPI.

Материалы и методы. Внутренние аналитические документы фармацевтического предприятия, техническая документация оборудования, технологические инструкции, показатели хронометража. Методы: ретроспективный анализ данных производства, мониторинг динамики изменения OPI, сравнительный анализ.

Результаты исследования.

При наработке двух опытных серий суппозиториях (24 000 шт. в каждой) проведен хронометраж рабочего времени. Производственный участок работает в две смены (7:00-15:00, 15:00-23:00). На основе данных хронометража составлена диаграмма Ганта. Для одной производственной операции подготовка сырья, упаковочных и маркировочных материалов занимает 60 минут, приготовление суппозиторной массы, включая загрузку в реактор и перемешивание занимает 240 минут. Розлив, охлаждение, запайка и маркировка суппозиториях занимает 180 минут. Упаковка во вторичную упаковку и маркировка препарата занимает 60 минут.

На основе полученных данных, производительности и времени работы оборудования составлен норматив сменных заданий производственного участка. Суппозитории со средней массой 1,3 г. упаковываются в пачку, состоящую из двух контурных ячейковых упаковок №5. Стадия приготовления: кг/смена – 62,13, операций в смену – 1, суппозиториях в смену – 48 тыс. (4,8 тыс. упаковок). Стадия выливания, фасовки: производительность машины розлива – 8 тыс. шт./час, время работы оборудования – 3 часа, сменное задание – 24 тыс. шт. (2,4 тыс. упаковок). На стадии упаковки с учетом производительности оборудования 3 тыс. упаковок в час (50 пачек в минуту) сменное задание – 3 тыс. упаковок в смену.

Показатель OPI реактора на стадии перемешивания составляет – 50%, машины для изготовления контурной ячейковой упаковки – 37,5%, упаковочного автомата – 6%. Целевой показатель OPI предприятий мирового класса (Big pharma) достигает 85%.

Выводы. С помощью расчета показателя OPI были обнаружены «узкие места» в производстве суппозиториях, которые не позволяют системе работать с максимальной производительностью. С учетом наличия на производственном участке 2 реакторов с полезным объемом 300 литров, можно увеличить количество изготавливаемой суппозиторной массы, вследствие чего увеличится время работы машины розлива, формовки и запайки суппозиториях, а также упаковочного автомата. Данные действия позволят повысить показатель OPI и сделать производственные процессы на фармацевтическом предприятии более эффективными.

Список литературы

1. Абрамова, И. Г. Классификация затрат / потерь времени работы технологического оборудования / И. Г. Абрамова // Sciences of Europe. – 2019. – № 39-1(39). – С. 28-36.

РАЗРАБОТКА НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРОТИВООПУХОЛЕВОГО СРЕДСТВА

Колычева Ю.С.

Курский государственный медицинский университет
Кафедра биологической и химической технологии
Научный руководитель – к.б.н., доцент Басарева О.И.

Актуальность. Онкологические заболевания сегодня считаются одной из самых распространенных патологий. Причем с каждым годом количество онкологических пациентов неуклонно растет.

Химиотерапия злокачественных новообразований — один из современных высокотехнологичных методов лечения различных видов злокачественных новообразований с помощью введения в организм человека лекарственных препаратов, так называемых противоопухолевых (антинеопластических) химиотерапевтических агентов [1].

Фторурацил – противоопухолевый препарат из группы антиметаболитов, антагонистов пиримидинов. Ингибирует процесс деления клеток путём блокирования синтеза ДНК (вследствие угнетения активности фермента тимидилатсинтазы) и образования структурно несовершенной РНК (вследствие внедрения фторурацила в её структуру) [2].

Поскольку применение фторурацила осуществляется в парентеральных формах, к которым предъявлены повышенные требования к стерильности, отсутствию механических включений и апиrogenности, контроль качества на всех стадиях производства является критически важным.

Цель исследования разработать нормативную документацию, регулиующую поэтапный контроль качества производства инъекционного раствора препарата фторурацил, а также изучить основные этапы его проверки, к которым относятся:

- входной контроль сырья;
- поэтапный технологический контроль;
- испытания готовой продукции.
- документирование и соответствие правилам GMP.

Материалы и методы исследования. К производству стерильных лекарственных средств предъявляются особые требования, которые направлены на сведение к минимуму риска загрязнения микроорганизмами, частицами и пирогенами. Выполнение этих требований во многом зависит от опыта персонала, его подготовки и отношения к работе. Особенно высокие требования предъявляются к обеспечению качества, подготовке и выполнению технологических процессов, их тщательной отработке и аттестации (испытаниям). Контроль завершающей стадии производства или контроль готовой продукции не может рассматриваться как единственное средство обеспечения стерильности или других показателей качества продукции.

Одним из условий производства качественной стерильной продукции и торговли ею на отечественном и зарубежных фармацевтических рынках является обеспечение качества препаратов за счет выполнения, в первую очередь, правил производства и контроля качества лекарственных средств по ГОСТ Р 52249-2009 (надлежащей производственной практики GMP) [3].

Для обеспечения всех показателей качества готовой стерильной продукции должны выполняться специальные требования, предъявляемые к проведению технологического процесса, чистоте производственных помещений, работе технологического оборудования, вентиляции и чистоте воздуха, системе подготовки основного сырья и вспомогательных материалов. С целью свести к минимуму риск контаминации микроорганизмами, частицами и пирогенными веществами. Предъявляются также определенные требования к персоналу и производственной санитарии.

Результаты исследования. Контроль качества включает в себя отбор проб, проведение испытаний (анализов) и оформление соответствующей документации. Инструкции по организации, документированию и выдаче разрешения на выпуск продукции должны включать в себя проведение всех необходимых испытаний и запрещать использование исходного сырья и материалов и реализацию готовой продукции до подтверждения соответствия качества установленным требованиям. Контроль выполнения мероприятий, обеспечивающих качество производства на всех этапах, осуществляется отделом контроля качества (ОКК), являющимся самостоятельным, независимым структурным подразделением предприятия.

Во время технологического процесса производства инъекционных растворов обязательно проводят промежуточный (постадийный) контроль качества, т.е. после каждой технологической стадии или операции проводится бракераж ампул, не отвечающих определенным требованиям.

Одним из требований, предъявляемых к лекарственным формам для инъекций, является отсутствие механических включений. Инъекционные растворы не должны содержать видимых невооруженным глазом частиц, то есть частиц размером 10 мкм и более. Наличие взвешенных частиц недопустимо, то есть при внутрисосудистом введении возможна эмболия. Освобождение инъекционных растворов от механических примесей осуществляется путем фильтрования.

После стерилизации проводят вторичный контроль на отсутствие механических включений, качественный и количественный анализ. Для анализа отбирают один флакон раствора от каждой серии (за одну серию раствора считают продукцию, полученную в одной емкости от одной загрузки лекарственного вещества).

Контроль растворов для инъекций на стерильность и пирогенные вещества осуществляется в соответствии с требованиями действующих инструкций. Наряду с испытаниями сырья и готовой продукции проводятся испытания рабочих условий на производстве – воздух, рабочие поверхности, оборудование, персонал.

Технологическая схема производства инъекционного препарата «Фторурацил», представлена на рисунке 1.

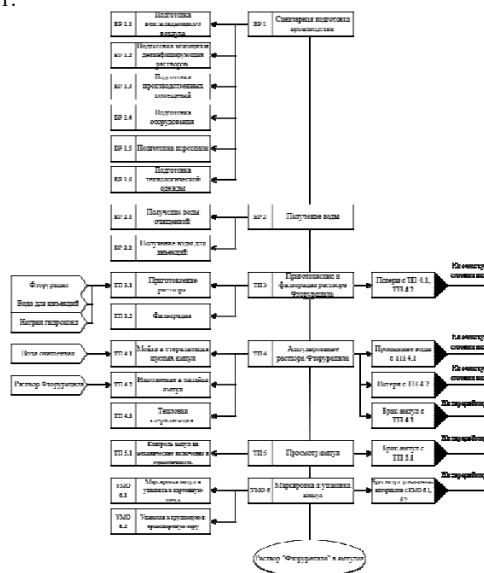


Рисунок 1. Технологическая схема производства инъекционного препарата фторурацила

Вывод. Таким образом, контроль качества растворов для инъекций должен охватывать все стадии их приготовления. Результаты постадийного контроля приготовления растворов для инъекций Фторурацила регистрируются в протоколе постадийного контроля по установленной форме.

Список литературы

1. Арзамасцева, А.П. Фармацевтическая химия: Учебное пособие / А.П. Арзамасцева. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. – С. 640.
2. Богунова, И. В. Технология готовых лекарственных форм. Парентеральные лекарственные формы : учебно-методическое пособие / И. В. Богунова, С. А. Кедик. – Москва : РТУ МИРЭА, 2021. – 68 с.

РАЗРАБОТКА НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ВАЛИДАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПРОТИВОМАЛЯРИЙНОГО ПРЕПАРАТА

Востриков В.В.

Курский государственный медицинский
Кафедра биологической и химической технологии
Научный руководитель – к.б.н., доцент Басарева О.И.

Актуальность. Малярия – заболевание распространено более чем в 100 странах мира. В группу высокого риска входят все районы Африки, Индия, Шри-Ланка, Бразилия, Вьетнам и Колумбия. Стойкие природные очаги инфекции существуют в Армении, Казахстане, Грузии, Узбекистане – это страны, которые относятся к территориям с высоким риском возврата малярии. Активная миграция населения и наличие переносчика создают реальные условия для распространения болезни. За последние годы был достигнут значительный прогресс в снижении высокого уровня страданий, вызываемых малярией во всем мире. Тем не менее, развитие устойчивости к прошлым и нынешним противомалярийным препаратам подчеркивает необходимость продолжения исследований и создание новых лекарственных средств с новыми механизмами действия [1].

Для лечения наиболее широко применяют производные 4-аминохинолина — хингамин, галохин и др. Эти кровяные шизонтоциды обладают наиболее высокой эффективностью среди других противомалярийных средств.

Цель исследования – разработка нормативной документации по валидации технологического процесса производства противомалярийного препарата

Материалы и методы исследования. Валидация – это документально подтвержденная программа, обеспечивающая высокую степень уверенности в том, что конкретный процесс, методика или система будет неизменно приводить к получению продукции, соответствующей заданным требованиям. Она является неотъемлемым элементом системы фармацевтического качества и охватывает весь жизненный цикл лекарственного средства – от разработки и производства до контроля, хранения и логистики.

В фармацевтической промышленности валидация служит основным инструментом для минимизации технологических рисков и предупреждения несоответствий, способных повлиять на безопасность, эффективность и стабильность лекарственного средства. Согласно принципам надлежащей производственной практики (GMP), валидация требуется для всех критически важных процессов и методов, оказывающих влияние на качество готовой продукции. В фармацевтической промышленности данная процедура регламентируется рядом международных и национальных нормативных документов, определяющих требования к процессам, системам и методикам, влияющим на качество лекарственных средств [2].

Результаты исследования. Процесс валидации включает несколько логически связанных этапов, каждый из которых направлен на обеспечение достоверности, полноты и воспроизводимости результатов. Успешная валидация невозможна без четкого соблюдения

структуры и последовательности действий, установленных нормативными документами (в частности, GMP, ICH Q8–Q10).

В ходе работы было проведено обоснование и выбор критических параметров валидации в производстве субстанции галохина. Критические параметры – это те переменные, которые необходимо строго контролировать, поскольку они оказывают непосредственное влияние на качество конечного продукта. Валидация направлена на установление диапазонов допустимых значений этих параметров и подтверждение того, что процесс остаётся стабильным и управляемым в заданных границах.

При выборе критических параметров для субстанции галохин были учтены: химическая чувствительность реакций (операция аминотилирование); использование токсичных/летучих веществ (формалин, диэтиламин, ацетон); температурные режимы и их влияние на чистоту и выход продукта; влияние влажности и скорости сушки на физико-химические характеристики; возможность перекрёстного загрязнения в случае неэффективной очистки. Перечень ключевых параметров (табл.1)

Таблица 1 – Перечень ключевых критических параметров

Наименование стадии	Контролируемый параметр	Обоснование
Синтез I стадии Аминотилирование	Температура (170-200 °C)	Влияет на полноту реакции и предотвращение образования побочных продуктов
	Массовое соотношение реагентов	Несоблюдение ведёт к снижению выхода целевого продукта или образованию побочных продуктов
	Время реакции	Необходимо для достижения полноты взаимодействия между реагентами без перегрева
	Температура и pH среды	Определяют направление реакции и образование конечного соединения
	Количество диэтиламина и формалина	Избыток или недостаток может вызвать побочные реакции
Кристаллизация	Скорость охлаждения, чистота растворителя	Влияют на размер и форму кристаллов, степень чистоты
Сушка	Температура, продолжительность	Определяют содержание остаточной влажности и стабильность субстанции
Фильтрация	Скорость и давление фильтрации	Влияют на влажность осадка и наличие механических включений
Упаковка	Остаточные растворители, герметичность упаковки	Важны для сохранения стабильности и безопасности при хранении

Проанализированные аналитические параметры, признаны критически допустимыми: содержание основного вещества (в пределах 98–102%); содержание примесей – не выше 0,2% по каждой и не более 0,5% суммарно; остаточные растворители – в пределах, допустимых фармакопейной статьёй; спектральная идентификация и чистота по ВЭЖХ.

Все указанные параметры подлежат мониторингу и оценке в ходе валидационных мероприятий. Их обоснованный выбор позволяет сфокусировать валидацию на наиболее значимых точках производственного процесса и аналитических методиках.

Таким образом, валидация не только способствует соответствию нормативным требованиям, но и служит стратегическим механизмом для укрепления доверия со стороны регуляторных органов, партнеров и потребителей.

Список литературы

1. Тихомиров В. В. Практическое руководство по GMP: учебник. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 296 с.
2. Виноградов П. В. Управление качеством в производстве лекарственных средств. – М.: Медицина, 2020. – 312 с.

XIII. ПОЛУЧЕНИЕ, ИССЛЕДОВАНИЕ И МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЛАВОНОИДОВ КАЛЕНДУЛЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ (*CALENDULA OFFICINALIS L.*)

Кузьмин В.Н.

Национальный исследовательский университет ИТМО
Центр химической инженерии

Актуальность. Календула лекарственная (*Calendula officinalis L.*) – одно из наиболее широко используемых лекарственных растений в традиционной и современной фитотерапии. Цветочные корзинки календулы содержат богатый комплекс биологически активных веществ, среди которых особое значение придают флавоноидам – природным полифенольным соединениям, обладающим выраженным антиоксидантным, противовоспалительным, капилляроукрепляющим и антимикробным действием [1]. В связи с этим количественное определение флавоноидов в сырье календулы имеет важное значение как для стандартизации лекарственного растительного сырья, так и для обеспечения стабильности фармакологической активности препаратов на его основе.

Целью данного исследования является количественное определение суммарного содержания флавоноидов в цветочных корзинках календулы лекарственной с использованием спектрофотометрического метода.

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования использовались высушенные цветочные корзинки календулы лекарственной (*Calendula officinalis L.*), заготовленные в фазе полного цветения.

Количественное определение суммы флавоноидов проводили по методике, описанной в [2,3], основанной на образовании окрашенных комплексов флавоноидов с ионами алюминия в спиртовой среде.

Тонкослойную хроматографию применяли для качественного и полуколичественного анализа флавоноидов в сырье календулы.

Результаты исследования. Навеску измельчённого сырья календулы массой 1,0 г помещали в коническую колбу, добавляли 50 мл 70 % этанола и нагревали на водяной бане при 70 °C в течение 30 минут с обратным холодильником. После охлаждения извлечение доводили до метки 70% этанолом и фильтровали. Точно взвешивали 0,01 г стандартного образца рутина, растворяли в 70 % этаноле и доводили объём до 100 мл. Получали раствор с концентрацией 0,1 мг/мл. В две колбы вносили по 1,0 мл исследуемого извлечения. В одну добавляли 1,0 мл 5% раствора хлорида алюминия в метаноле, в другую – 1,0 мл метанола (контрольная проба). Аналогичные пробы готовили для стандартного раствора рутина. Пробы выдерживали 30 минут в темноте при комнатной температуре. Оптическую плотность растворов измеряли на спектрофотометре UV-1800 SHIMADZU при длине волны 415 нм относительно контрольных проб. Содержание суммарных флавоноидов, определённое спектрофотометрическим методом в пересчёте на рутин, составило 3,18±0,15 мг/г высушенного сырья.

Для проведения ТСХ в качестве неподвижной фазы выступали пластины Merck. Подвижная фаза: смесь этилацетата : хлороформа : муравьиной кислоты (8:2:1). Наносили пробы с помощью микропипеток наносили по 5-10 мкл извлечения календулы и стандартного раствора рутина и кверцетина. Хроматографирование проводили в насыщенной хроматографической камере до фронта растворителя. Проявляли хроматограммы в УФ-свете. При проведении тонкослойной хроматографии экстракта соцветий календулы (*Calendula officinalis L.*) значение коэффициента подвижности (R_f) основного флавоноидного компонента составило 0,52.

Выводы. Проведённое исследование подтвердило высокое содержание суммарных флавоноидов в цветочных корзинках календулы лекарственной, что подтверждает её ценность как лекарственного сырья с выраженной антиоксидантной, противовоспалительной; наличие флавоноидов дополнительно верифицировано методом ТСХ, а применённые аналитические методы показали свою пригодность для стандартизации сырья и обеспечения качества фитопрепаратов на его основе.

Список литературы

1. Кузьмин, В. Н. Количественное определение флавоноидов в прополисе / В.Н. Кузьмин, Атрепьева Л.В. // Горизонты биофармацевтики: Сборник научных трудов по материалам X Международной научно-практической молодежной конференции, посвященной 90-летию Курского государственного медицинского университета. Курск, 2025. С. 151-152.
2. Кузьмин, В. Н. Определение содержания флавоноидов в топинамбуре (*Helianthus tuberosus*) / В. Н. Кузьмин, Л. В. Атрепьева // Инновационные технологии пищевых производств: сборник докладов VI Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Севастополь, 28 ноября – 01 декабря 2023 года. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», 2024. – С. 75-76.
3. Кузьмин, В. Н. Использование флавоноидов в хлебопекарной промышленности / В. Н. Кузьмин // Поландовские чтения: Сборник материалов VII международной научно-практической молодежной конференции, посвященной 80-летию победы в Великой Отечественной Войне и 90-летию со дня рождения Поландовой Ларисы Дмитриевны, Москва, 05 июня 2025 года. – Москва: ООО «Белый Ветер», 2025. – С. 227-229.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСТРАГЕНТОВ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ИСТОЧНИКОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Андросова Е.Н., Денисова Е.П., Чачина С.Б.

Омский государственный технический университет

Кафедра «Биотехнология, технология общественного питания и товароведение»

Научный руководитель – к.б.н., доцент Чачина С.Б.

Актуальность. Под экстракцией понимают метод разделения и концентрирования, представляющий собой извлечение одного или нескольких целевых компонентов из сырья с помощью растворителя (экстрагента) [1].

Существуют два основных подхода к экстракции: статический и динамический. Статический метод предполагает настаивание сырья в растворителе в течение заданного времени. Классическим примером статической экстракции служит мацерация, при которой сырье настаивают в растворителе с дополнительным отстаиванием готовой вытяжки. Динамическая экстракция же характеризуется постоянным обновлением экстрагента или контактом с новой порцией сырья [2, 3].

Экстракция широко распространена в фармацевтической практике [4], что связано с задачами выделения из растительного сырья биологически активных веществ (БАВ), таких как флавоноиды, полифенолы, дубильных вещества, антиоксиданты и т.д. Эффективность этого процесса зависит от ряда критических параметров, среди которых степень измельчения сырья, температура и, что особенно важно, природа растворителя. Идеальный экстрагент должен максимально извлекать из сырья биологически активный компонент или смесь компонентов, не вступая с ними в химические реакции, а также быть доступным, безопасным и экономически выгодным [2, 4].

Цель исследования – провести сравнительный анализ эффективности различных растворителей в качестве экстрагентов для извлечения БАВ из растительного сырья с последующей оценкой результатов рефрактометрическим методом.

Материалы и методы исследования. Для проведения исследования были взяты 10 образцов высушенного и измельченного сырья растительного происхождения. На их основе было приготовлено 22 экстракта. В качестве экстрагентов применялись следующие растворители: вода, 40%-ый и 70%-ый этиловый спирт (этанол).

Экстракцию проводили методом мацерации. Для этого в колбу с притертой крышкой вместимостью 100 мл помещали 5 г высушенного и измельченного растительного сырья, заливали 50 мл растворителя и настаивали на водяной бане при температуре 60°C в течение 3 часов, периодически помешивая. Полученный экстракт отделяли от растительной массы фильтрованием.

Количественное содержание БАВ в готовых экстрактах определяли с использованием рефрактометра: измеряли показатель преломления при 20°C (n_D^{20}) и на основании полученных данных определяли содержание извлеченных веществ.

Результаты исследования. Результаты анализа 22 экстрактов растительного сырья систематизированы и представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты рефрактометрического определения содержания БАВ в полученных экстрактах

№	Сырье	Экстрагент					
		Вода		Этанол 40%		Этанол 70%	
		n_D^{20}	Содержание БАВ, %	n_D^{20}	Содержание БАВ, %	n_D^{20}	Содержание БАВ, %
1	Соя	1,3400	5,00	1,3580	16,50	1,3645	20,50
2	Рябина черноплодная	1,3400	5,00	1,3540	14,50	1,3645	20,50
3	Овес	1,3360	2,00	1,3550	15,00	н/д	н/д
4	Чернослив	1,3400	5,00	1,3550	15,00	н/д	н/д
5	Виноград	1,3400	5,00	1,3550	15,00	н/д	н/д
6	Куркума	1,3450	6,90	1,3550	15,00	н/д	н/д
7	Пармелия	н/д	н/д	1,3530	12,80	1,3590	17,10
8	Иван-чай	н/д	н/д	1,3548	10,60	1,3640	18,70
9	Лопух	н/д	н/д	1,3560	15,05	1,3650	21,00
10	Чага	н/д	н/д	1,3550	14,50	1,3610	18,10

н/д – опыт не проводился.

Во всех без исключения случаях была выявлена четкая закономерность: экстракты, полученные с использованием спирта, демонстрировали более высокое содержание БАВ по сравнению с водными вытяжками. Была установлена прямая зависимость между концентрацией этанола в растворителе и эффективностью экстракции – с ростом концентрации этанола возрастает и степень извлечения веществ из сырья.

Выводы. Таким образом, наиболее эффективным из изученных в данном исследовании растворителей для экстракции широкого спектра биологически активных компонентов из растительного сырья является 70%-ый этиловый спирт. Данный растворитель является смесью полярной (вода) и менее полярной (спирт) сред, что обуславливает его универсальность для извлечения как гидрофильных, так и липофильных соединений.

Список литературы

1. Пономарев, В. Д. Экстрагирование лекарственного сырья / В.Д. Пономарев. - М.: «Медицина», 1976. – 202 с.
2. Леонова, М. В. Экстракционные методы изготовления лекарственных средств из растительного сырья: учебно-методическое пособие / М.В. Леонова, Ю.Н. Климовичкин – Самара, Самар. гос. тех. ун-т, 2012. – 111 с.: ил.

3. Дубашинская, Н. В. Характеристика способов получения экстрактов и их стандартизация (часть II) / Н.В. Дубашинская, О.М. Хишова, О.М. Шимко // Вестник фармации. – 2007. – №2 (36). – С. 70-79.

4. Дубашинская, Н. В. Некоторые особенности экстрагирования лекарственного растительного сырья (часть I) / Н.В. Дубашинская, О.М. Хишова, О.М. Шимко // Вестник фармации. – 2006. – № 4(34). – С. 62-72.

ТВЕРДЫЙ СЫР – КАК ИСТОЧНИК ВИТАМИНОВ

Баборики Е.С.

Учреждение образования «Гомельский государственный химико-технологический колледж»

Актуальность. Сыр – удивительный продукт, история которого насчитывает более десяти тысяч лет. Его производят из молока, обогащая его специальными молочнокислыми бактериями и ферментами, а иногда путем плавления других молочных продуктов. Благодаря своему уникальному составу сыр обладает исключительной питательной ценностью, практически полностью покрывая потребности организма в витаминах и минералах. Сыр – ценный продукт в детском рационе, поскольку обеспечивает организм необходимым кальцием для крепких костей и зубов, белком, поддерживающим развитие, витаминами (А, В, D), укрепляющими защитные силы организма и дающими энергию, и участвует в развитии структуры челюсти. Помимо этого, в сыре присутствуют антиокислительные вещества и полезные жиры, благотворно влияющие на общее состояние здоровья.

Цель исследования – понять содержание витаминов и влияние на организм, а также разработать методы обогащения сыра витаминами для повышения его пищевой ценности.

Метод исследования: физико-химический и химический анализ состава сыра.

Результаты исследования. Сыр – настоящий эликсир для здоровья. Этот благородный представитель молочной продукции обладает выраженными противовоспалительными качествами и насыщен витаминами, микроэлементами и аминокислотами, которые присутствуют в молоке, но в значительно большей концентрации. [1, с. 56].

В процессе приготовления сыр не только сохраняет все свои полезные качества, но и за счет сквашивания становится более усвояемым организмом, а содержание витаминов и микроэлементов в нем значительно повышается. Ведь для производства одного килограмма твердого сыра требуется около 12-15 литров молока.

Весной, когда многие сталкиваются с авитаминозом, сыры становятся настоящим спасением. В составе твердых сортов сыра находятся витамины группы В, среди которых выделяются В1 (тиамин), В2 (рибофлавин) и В12 (цианокобаламин), играющие ключевую роль в формировании крови, функционировании нервов и обеспечении организма энергией. Помимо этого, в нём можно обнаружить и другие полезные витамины этой же группы – В6 (пиридоксин), В9 (фолиевая кислота) и В5 (пантотеновая кислота). Также сыры содержат витамины А, С, Е и РР. При этом различия в концентрации витаминов между разными видами и степенями выдержки сыров минимальны: чем тверже сыр, тем выше их содержание. Особенно важен витамин С, который помогает укрепить иммунитет и обладает противовирусным эффектом.

Комплекс витаминов В играет ключевую роль во множестве биохимических реакций, способствуя формированию и метаболизму белков, липидов и глюкозы. Что касается витамина Е, то он известен своим сильным антиокислительным действием, защищает от радиации, помогает продлить молодость, поддерживает работу иммунной системы и особенно важен для женского здоровья, поскольку способствует оплодотворению и нормальному течению беременности. [2, с. 32].

Сыр является источником протеина. Протеины, содержащиеся в сыре, легко усваиваются благодаря тому, что в процессе созревания они становятся растворимыми. Благодаря этому, организм получает максимум пользы — витаминов, аминокислот и важных минера-

лов. Такое свойство выделяет зрелые сорта сыра среди других белков, например, из мяса, рыбы или яиц.

Изучение содержания витаминов в твердых сортах сыра – «Гауда люкс», «Эмми-лорд», «Голландский новый», «Российский ранний», «Эдам люкс» и «Пармезан делюкс» – осуществлялось с применением физико-химических способов анализа. Эти методы используют свойства витаминов, такие как свечение при облучении светом, поглощение света, а также их участие в окислительно-восстановительных процессах. Информация, представленная в таблице 1, включает как установленные нормы, так и результаты экспериментальных исследований.

Таблица 1 – Витамины, содержащиеся в 100 г любого из приведенных твердых сыров

Название витамина	Нормативный показатель (мг)	Полученный результат (мг)
Витамин А	0,26	0,24
Витамин В2	0,3	0,29
Витамин В6	0,1	0,1
Витамин В12	1,4	1,39
Витамин С	0,7	0,68
Витамин Е	0,5	0,47

Около 3% в сыре составляют минеральные вещества, основная доля в которых принадлежит кальцию и фосфору, также в сыре содержатся цинк, йод, селен, железо, медь, калий.

Сыр является ценным источником кальция – важнейшего микронутриента для здоровья. В сотне граммов продукта содержится около одного грамма этого элемента, что составляет более 1% от общей массы и превышает долю углеводов. По мнению специалистов, такая порция способна покрыть дневную потребность организма в кальции. Благодаря высокому содержанию кальция, регулярное употребление сыра может снизить риск развития остеопороза, мигрени, онкологических заболеваний молочных желез и образования тромбов. Кроме того, этот минерал благотворно влияет на состояние кожи и волос.

В период беременности и после родов твердые сорта сыров особенно полезны. В это время потребности женщины в кальции и других минералах значительно увеличиваются, и оптимальным способом их восполнения считается ежедневное употребление 150–200 граммов сыра.

Для детей, чьи кости активно растут, кальций тоже важен. Однако ключевую роль в росте костей играют физические нагрузки, а кальций служит лишь «топливом» для этого процесса.

Данные, приведенные в таблице 2, содержат не только нормативные показатели, но и полученные опытным путём.

Таблица 2 – Содержание минеральных компонентов в 100 г твердых сыров

Название минерала	Нормативный показатель (мг)	Полученный результат (мг)
Кальций	880	878
Фосфор	500	494
Калий	88	83

Из других важных микроэлементов хотим остановиться на цинке – сыр содержит цинка 4 мг на 100 г при суточной потребности 10–15 мг. Цинк обеспечивает полноценное функционирование иммунной системы, входит в состав клеточных оболочек и участвует в образовании эритроцитов в крови. Этот микроэлемент важен для мужчин – запускает и поддерживает процессы производства тестостерона. Многие, когда слышат, что жирность гауды

– 25-30%, в ужасе просят что-то подиетичнее. На самом же деле те жиры, которые содержатся в сыре, как раз являются полезными жирами. Организму необходимо небольшое количество холестерина, который служит строительным материалом для клеточных мембран и гормонов, таких как эстроген и тестостерон. Твердые сыры содержат лецитин, который способствует правильному обмену жиров в организме. Этот липоид является частью клеточных мембран и отвечает за их проницаемость, помогая бороться с атеросклерозом и способствуя переработке жира.

Выводы. Благодаря аналитической химии и методов химического анализа позволило практически заменить трудоемкие и затратные биологические способы исследования. Продукты питания должны обладать приятным вкусом, соответствовать требованиям к питательной ценности и предлагаться в широком ассортименте, а сыр должен быть изготовлен из качественного молока и иметь высокую степень свежести. Рекомендуется регулярно употреблять молоко и кисломолочную продукцию, включая сыр.

Список литературы

1. Крусъ Г.Н., Кулешова И.М., Дунченко Н.И. Технология сыра и других молочных продуктов. – М.: Колос, 1992. – С. 56.
2. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под. Ред. С.А. Гудкова, 2-е изд., испр. и доп.- М.: ДеЛи принт, 2004. – С. 32.

ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА БАВ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ОРЛОВСКОЙ И БРЯНСКОЙ ОБЛАСТЯХ

Конохова К.А., Шаяпова Л.В.

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им.

И.С. Тургенева»

Кафедра промышленной химии и биотехнологии

Лекарственное растительное сырье на протяжении веков служит основой для создания эффективных препаратов медицинского назначения, косметических средств, пищевых и биологически активных добавок. Ассортимент постоянно растёт, количество наименований фитопрепаратов ежегодно увеличивается [1].

Основным источником служат лекарственные растения российской флоры, однако их ресурсы до сих пор остаются недостаточно изученными. С давних времен, ещё до появления современной медицины, люди применяли различные растения для лечения своих болезней [2]. В России в связи с нехваткой лекарственных средств во время Первой мировой войны усилилось изучение ресурсов лекарственных растений и их запасов. В 50-е и 60-е гг. XX в. были разработаны рекомендации по определению ресурсов и потенциалов лекарственных растений. Шли поиски растений, обладающих выраженным фармакологическим действием и биологической активностью. Начали вести учёт запаса лекарственного растительного сырья в регионах. Изучали ареалы и составляли карт-схемы размещения запасов сырья дикорастущих лекарственных растений.

Для тех видов лекарственного растительного сырья, которое не произрастает в России, необходима закупка за рубежом. В настоящее время, учитывая высокую стоимость лекарств и материальное состояние большей части населения, многие люди прибегают к использованию лекарственных растений для лечения и профилактики заболеваний [3].

В данной работе представлены результаты изучения химического состава *Eryngium planum* L. (синеголовника плосколистного), *Acorus calamus* (айра болотного), *Veronica officinalis* (вероники лекарственной), произрастающих на территории Орловской и Брянской областей.

При производстве препаратов из лекарственного растительного сырья используют органы лекарственных растений, содержащие различные биологически активные вещества и обладающие терапевтическим потенциалом. Иногда биологически активные вещества быва-

ют распределены по всему растению, однако, чаще всего они содержатся в определенных его частях:

- корни богаты в основном полисахаридами, смолами, гликозидами, эфирными маслами, алкалоидами;
- листья – хлорофиллом, эфирными маслами, гликозидами, витаминами и минеральными веществами;
- цветки – эфирными маслами, антоцианами, гликозидами и сапонинами;
- плоды имеют высокое содержание витаминов, минеральных веществ, органических кислот, сахаров и эфирных масел;
- семена содержат белки, жиры, гликозиды, алкалоиды, эфирные масла;
- кора богата дубильными веществами, смолами, эфирными маслами и алкалоидами.

Изучение химического состава различных органов растений позволит глубже понять их фармакологический потенциал и предложить технологические решения для разработки эффективных фитопрепаратов. В работе использовались стандартные и общепринятые методы исследования [4-8]. Средние результаты всех проведенных исследований представлены в приведенной ниже таблице 1.

Таблица 1 – Содержание отдельных БАВ в исследуемых образцах

Наименование исследуемого материала	Дубильные вещества, %	Флавоноиды, %	Органические кислоты, %	Витамин С, %	АОА, %
Семена синеголовника плосколистного	2,36	0,33	0,35	1,08	26,12
Корневища айра болотного	3,48	0,48	0,28	0,65	32,20
Трава вероники лекарственной	4,23	0,84	0,26	1,12	58,34

Дубильные вещества представляют собой ценный компонент лекарственного растительного сырья. Экспериментально было определено, что содержание дубильных веществ в траве вероники лекарственной – 4,23%, это больше на 50,3% по сравнению с остальным исследуемым растительным сырьем. Наименьшее содержание в семенах синеголовника плосколистного – 2,36%.

Флавоноиды являются классом природных фенольных соединений, который играет важную роль в защите растений, процессе их роста и развития. Благодаря содержанию флавоноидов, растения проявляют антиоксидантные, противовоспалительные и антибактериальные свойства. Как видно из таблицы 1 большее содержание флавоноидов обнаружено в траве вероники лекарственной – 0,84%. Данный результат в среднем на 51,49% больше по сравнению с другим исследуемым сырьем.

Витамин С представляет собой важное биологически активное вещество, способствующее укреплению иммунитета, регуляции обмена веществ. Максимальный выход витамина С определен в траве вероники лекарственной – 1,12%, это на 38% больше, чем в семенах синеголовника плосколистного и корневищах айра болотного. Наименьшее содержание витамина С в корневищах айра болотного – 0,65%.

Важным компонентом растительного лекарственного сырья являются и органические кислоты. В семенах синеголовника плосколистного количество органических кислот равно 0,35%, это больше на 77,1%, чем в остальных образцах исследуемого сырья.

Антиоксидантная активность является ценным свойством, обеспечивающим защиту клеток. Наибольшая антиоксидантная активность обнаружена в траве вероники лекарственной – 58,3%. Это в 2 раза больше, по сравнению с АОА семян синеголовника плосколистного и корневищ айра болотного.

Различия в содержании биологически активных веществ в растительном лекарственном сырье можно объяснить рядом факторов, связанных с видовым и анатомическим разнообразием исследуемого сырья, биологическими особенностями растений, экологией, методом сбора и хранения. Все исследуемое сырье можно использовать как источники БАВ при производстве фитопрепаратов.

Список литературы:

1. Государственный реестр лекарственных средств / Министерство здравоохранения Рос. Федерации – Москва : Минздрав РФ : Фонд фармацевт. информ., 2001. – С. 1277. – ISBN 5-93906-004-8.
2. Уразымбетова, З. С. Роль лекарственных растений в жизни человека / З. С. Уразымбетова // Мировая наука. – 2022. – № 7 (64). – С. 44-46.
3. Гусев, Н. Ф. Перспективы использования лекарственных растений в современной России / Н. Ф. Гусев, А. В. Филиппова, Г. В. Петрова, О. Н. Немерешина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 6. – С. 167-170.
4. ОФС.1.5.3.0007.15 Определение влажности лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов : дата введения 2018-12-01. – Москва : Государственная фармакопея РФ, 2018. – 2 с.
5. ОФС.1.5.3.0008.15 Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах : дата введения 2016-01-01. – Москва : Государственная фармакопея РФ, 2016. – 3 с.
6. Фархутдинов, Р. Г. Основы фитохимического анализа : учебное пособие / Р. Г. Фархутдинов, Н. В. Кудашкина. – Уфа. – 2016 – 288 с. – ISBN 978-5-7477-4096-9.
7. Разработка методики количественного определения флавоноидов в надземной части солянки холмовой : материалы VIII конгресса молодых ученых и специалистов. – Томск : СибГМУ. – 2007. – 273 с.
8. Степанов, С. В. Получение и стандартизация сиропа плодов калины Саржента / С. В. Степанов, А. Л. Саввина // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2010. – № 2. – С. 102-104.

ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ НА РЫНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Ничипоренко А.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В.

Верещагина»

Кафедра технологии молока и молочных продуктов

Актуальность. Современная пищевая биотехнология проходит этап стремительного развития, объясняемый растущим спросом на продукты здорового питания. Ключевым направлением этого развития стали функциональные продукты. Однако их массовое внедрение в производство сталкивается с рядом определенных проблем.

Цель исследования – выявить и проанализировать актуальные проблемы, сдерживающие развитие рынка функциональных продуктов питания, оценить возможные пути их решения.

Материалы и методы исследования. В работе были применены: 1) аналитический метод: проведен анализ научных публикаций, обзоров по теме функциональных продуктов питания; 2) обобщение и синтез: на основе обработанной информации сформулированы выводы о ключевых проблемах и перспективах отрасли.

Результаты исследования. В настоящее время одной из главных задач пищевых биотехнологий является создание пищевых продуктов с заданными свойствами, способных не только утолять голод, но и положительно влиять на здоровье человека. Именно здесь появляется понятие функционального пищевого продукта. Под термином «функциональный пищевой продукт» (ФПП) подразумевается продукт специального назначения для регулярного

употребления в рационе питания здорового населения. Такие продукты снижают риск развития заболеваний из-за наличия в их составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов [1]. Однако их внедрение в производство сталкивается с определенными проблемами.

1) В соответствии с нормативной базой РФ, прежде чем вынести на маркировку слово «функциональный», предприятие должно обеспечить прохождение клинических исследований данного продукта. Но этот дорогостоящий и трудоемкий процесс многим производителям неподвластен.

В решении данной проблемы необходима поддержка государства в прохождении клинических исследований, сотрудничество с научно-исследовательскими лабораториями. Необходимо совершенствовать и развивать продовольственный рынок страны посредством выдачи субсидий, грантов и различных льгот.

2) Добавление некоторых функциональных ингредиентов (например, пищевых волокон) иногда может негативно сказаться на вкусе, текстуре, цвете или запахе продукта.

3) Натуральное сырье без консервантов требует больших денежных затрат, его сложно приобретать про запас из-за угрозы порчи, поэтому выход конечной продукции также ограничен по количеству. Стоит учитывать, что и по себестоимости продукты здорового питания существенно дороже, чем массовый продукт.

Преодоление вышеуказанных проблем откроет новые возможности для пищевой биотехнологии:

1) Создание персонализированного питания: на основе данных нутригеномики станет возможным создание продуктов, учитывающих конкретные потребности организма человека [2,3].

2) Использование альтернативных источников: биотехнологии позволяют более эффективно использовать вторичное сырье пищевой промышленности для создания новых продуктов или извлечения ценных биологически активных соединений.

3) Создание функциональных продуктов для специальных групп населения: спортсменов, людей с определенными метаболическими нарушениями, пожилых людей.

Выводы. Функциональные продукты питания представляют собой один из самых перспективных и динамично развивающихся сегментов пищевой биотехнологии. Однако их успешная интеграция в повседневный рацион человека зависит от комплексного решения ряда актуальных проблем.

Список литературы

1. Борисова А.В. Функциональные продукты питания: связь между теорией, производством и потребителем / А.В. Борисова, М.В. Шаярова, Н.Ю. Шишкина // Новые технологии. – 2021. – Т. 17, № 1. – С. 21–32.
2. Ермолаев В.А. Функциональное и персонализированное питание как новые гастрономические направления / В.А. Ермолаев // Russian Studies in Culture and Society. – 2022. – Т. 6, №22. – С. 90-108.
3. Сагина О.А. Персонализированное питание и перспективы его развития для фуднета / О.А. Сагина, Т.В. Маричева // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. – 2019. – №2-1. – С. 447-449.

ПРИМЕНЕНИЕ ЗЕРНА ГРЕЧИХИ ТАТАРСКОЙ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБА ИЗ ЗЕРНА ПОЛБЫ

Кузнецова Е.А., Денисова А.А., Бушуева К.А.

Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева

Кафедра промышленной химии и биотехнологии

В настоящее время в индустриально развитых странах наблюдается устойчивый рост интереса к здоровому питанию и функциональным продуктам. Хлеб является одним из основных продуктов питания, и его питательная ценность играет ключевую роль в рационе человека. В то же время, традиционные хлебобулочные изделия из рафинированной муки не удовлетворяют потребности в необходимых биологически активных соединениях, что говорит о необходимости разработки инновационных технологий их обогащения.

Зерно гречихи широко используется в качестве сырья для создания функциональных пищевых продуктов, содержащих различные фенольные соединения, такие как рутин, кверцетин и С-гликозилфлавоны, которые оказывают положительное терапевтическое действие для укрепления здоровья человека [1].

Среди гречихи вид *Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn (Гречиха татарская) отличается хорошо сбалансированным аминокислотным составом с высокой концентрацией лизина и аргинина по сравнению со злаками, повышенным содержанием пищевых волокон, минеральных элементов и витаминов [2].

В зерне гречихи татарской содержится 0,8-2,9% рутина [3], и это в 100 раз больше, чем в зерне гречихи посевной [4].

Зерно гречихи татарской содержат три класса флавоноидов: флавонолы, антоцианы и С-гликозилфлавоны, которые, как сообщалось, обладают полезными свойствами в качестве пищевых компонентов. Эти компоненты обладают антиоксидантными, гипохолестеринемическими и противодиабетическими свойствами [5].

Полба, как древний злак, также обладает высокой питательной ценностью и уникальными вкусовыми качествами. Она содержит больше белка и витаминов, чем современные сорта пшеницы, что делает её привлекательной для использования в хлебопечении [6]. В сочетании с гречихой татарской полба может стать основой для создания нового функционального хлеба, который удовлетворит потребности современного потребителя в здоровом питании.

Разработана технология производства хлеба из целого зерна полбы на густой гречневой закваске, в которой использовали зерно гречихи татарской, штаммы молочнокислых бактерий *Lactobacillus brevis* B78, *Streptococcus thermophilus* TC 91, *Lactobacillus acidophilus* AP Ac, *Lactobacillus acidophilus* AP A97 и прессованные хлебопекарные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. Густую гречневую закваску готовили с использованием зерна гречихи татарской, которое предварительно размолотили в муку с помощью мельницы SM 200. Из гречневой муки приготовили суспензию, залив муку водой в соотношении 1:3. Биомассу чистых культур микроорганизмов вносили в суспензию. Данную смесь перемешивали и выдерживали при температуре 30 - 32 °C в течение 48 ч до конечной кислотности 8-10 град в термостате. При скисании масса увеличивалась в 2-3 раза. Производственный цикл заключался в добавлении к смеси питательной среды, представляющей собой муку из цельносмолотого зерна гречихи и воду.

Для приготовления зернового хлеба использовали освобожденное от посторонних примесей зерно полбы сорта Руно, которое предварительно замачивали в воде в течение 10 часов, затем лишнюю воду сливали и зерно дважды диспергировали на диспергаторе Homogenizer 1094 фирмы Текатор. В зерновую массу вносили разное количество закваски от 30% до 60%. В рецептуру зернового хлеба также вводили 4 % сухой пшеничной клейковины от массы диспергированного зерна пшеницы для улучшения физико-химических показателей качества хлеба. Затем проводили замес теста вручную, брожение, расстойку и выпечку готовых изделий общепринятым способом. В качестве контрольного варианта служил зерновой

хлеб, приготовленный по ГОСТ 28832-89 безопасным способом. Анализ зернового хлеба по органолептическим и физико-химическим показателям проводили через четыре часа после выпечки общепринятыми методами.

Установлено, что разработанная густая гречневая закваска обладает высокой бродительной активностью и пригодностью для использования в хлебопечении. Содержание в закваске дрожжей составило $6,1 \times 10^7$, а молочнокислых бактерий – $7,5 \times 10^7$ КОЕ. Закваска обладала антагонистической активностью против типовых плесеней хранения и спорообразующей бактерии *Bacillus subtilis*. Внесение разработанной закваски способствует снижению микробной порчи зернового хлеба из полбы.

Методом пробных выпечек хлеба было установлено, что рациональное количество густой гречневой закваски составляет 40 % от массы диспергированного зерна полбы. Применение рациональной дозировки разработанной закваски в технологии полбяного зернового хлеба позволило получить хлеб с повышенной антиоксидантной активностью. Разработанный хлеб обладал высокими сенсорными показателями: имел правильную форму с выпуклой верхней коркой, гладкую, глянцевую без подрывов и трещин поверхность, структура пористости была достаточно равномерной, поры имелись средние и мелкие, хлеб имел запах и вкус характерный для зерновых хлебобулочных изделий. Пористость и удельный объем хлеба превышал эти показатели для контрольного пшеничного зернового хлеба. Разработанный хлеб из целого зерна полбы на густой гречневой закваске из зерна гречихи татарской обладал показателями повышенной пищевой ценности и позволит расширить ассортимент хлебобулочных изделий, предназначенных для функционального питания.

Автор Кузнецова Е.А. выражает благодарность РНФ за финансовую поддержку исследований, проведенных в рамках выполнения Гранта № 24-26-00259.

Список литературы

- 1.Huda, M.N.; Lu, S.; Jahan, T.; Ding, M.; Jha, R.; Zhang, K.; Zhang, W.; Georgiev, M.I.; Park, S.U.; Zhou, M. Treasure from Garden: Bioactive Compounds of Buckwheat. Food Chem. 2021, 335, 127653, doi:10.1016/j.foodchem.2020.127653.
- 2.Alvarez-Jubete, L.; Arendt, E.K.; Gallagher, E. Nutritive Value of Pseudocereals and Their Increasing Use as Functional GlutenFree Ingredients. Trends Food Sci. Technol. 2010, 21, 106–113, doi:10.1016/j.tifs.2009.10.014
- 3.Kreft, I.; Germ, M.; Golob, A.; Vombergar, B.; Vollmannová, A.; Kreft, S.; Luthar, Z. Phytochemistry, Bioactivities of Metabolites, and Traditional Uses of *Fagopyrum tataricum* // Molecules. – 2022. - 27, 7101. <https://doi.org/10.3390/molecules27207101>
- 4.Suzuki T., Morishita T., Mukasa Y., Takigawa S., Yokota S., Ishiguro K., Noda T. Breeding of 'Manten-Kirari', a non-bitter and trace-rutinosidase variety of Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) // Breeding Science. -2014. – 64. – P. 344–350. doi:10.1270/jsbbs.64.344
- 5.Qin, P. Changes in phytochemical compositions, antioxidant and α -glucosidase inhibitory activities during the processing of tartary buckwheat tea / P. Qin, L. Wu, Y. Yao, G. Ren // Food Res Int. 2013. – V. 50(2). P. 562-567
- 6.Zencirci, N., Ulukan, H., Baloch, F. S., Mansoor, S., & Rasheed, A. (Eds.). Ancient wheats. Springer. 2022.

ВЛИЯНИЕ ВЕЩЕСТВ ЧЕРНИКИ НА МНЕСТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ

Шилова И.В., Суслов Н.И.

Научно-исследовательский институт фармакологии и регенеративной медицины имени Е.Д. Гольдберга, Томский национальный исследовательский медицинский центр

Российской академии наук

Фармацевтическая группа лаборатории фитофармакологии и специального питания

Научный руководитель – д. м. н., профессор Суслов Н.И.

Актуальность. Психоэмоциональное перенапряжение играет значимую роль в развитии соматической патологии нейрогенного характера, которое требует эффективной коррекции, что не всегда удается с помощью современных психотропных средств ввиду ряда побочных эффектов. Депримирующее воздействие, нарушения внимания, памяти, сонливость, падение мышечного тонуса и пр. ограничивают их использование, особенно в амбулаторной практике.

Низкая токсичность, хорошая переносимость, отсутствие депримирующего действия, возможность длительного использования без опасности развития побочных явлений лекарственных средств растительного происхождения выгодно выделяет перспективность изучения флоры России и разработку на основе растительного сырья эффективных средств для профилактики и лечения многих заболеваний [1, 2].

В этом плане перспективным объектом являются побеги черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.) после сбора плодов [3, 4].

Цель исследования – изучение влияния экстракта побегов черники обыкновенной, после сбора плодов, на 40 % этаноле в дозе 50 мг/кг на выработку и воспроизведение условного рефлекса пассивного избегания при нарушении в результате перенесенной гипоксической травмы.

Материалы и методы исследования. Экстракт получали, обрабатывая измельченные побеги (после сбора плодов) 40 % этанолом в соотношении 1: 7 при температуре 80–85 °С в течение часа. Растворитель удаляли в вакууме (*t* не выше 60 °С). Выход составил 11,9±0,2 %, содержание флавоноидов, в пересчете на рутин, в экстракте составляет 1,1±0,05 %.

Исследования проводили на аутбредных мышах-самцах CD-1 (I категории, согласно сертификату) массой 20–22 г. Животные получены из отдела экспериментальных биологических моделей «Научно-исследовательского института фармакологии и регенеративной медицины имени Е.Д. Гольдберга» Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук». Животных содержали в стандартных условиях вивария на обычном рационе кормления в соответствии с правилами, принятыми Европейской Конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и научных целей (г. Страсбург, 1986). Экстракт вводили животным ежедневно курсом в течение пяти дней через зонд в желудок за час до начала экспериментальных манипуляций в дозе 50 мг/кг. Животные контрольных групп получали эквивалентное количество воды.

Влияние веществ экстракта черники на выработку и сохранность условного рефлекса пассивного избегания оценивали после гипоксического воздействия, моделируемого в условиях гипоксии гермообъема [5]. Животное помещали в герметически закрываемую камеру (объем 0,5 л), выдерживали до наступления агонального судорожного припадка, не допуская гибели. После этого его извлекали из камеры, регистрировали латентное время гипоксии (время от момента помещения в гермокамеру), затем у животных вырабатывали условный рефлекс пассивного избегания. О качестве его судили по латентному времени захода в темный отсек камеры при воспроизведении рефлекса, а также по доле животных, не зашедших в темный отсек при проверке и времени пребывания в нем [1, 2, 5, 6]. Проверку наличия рефлекса осуществляли через 48 ч, на 7, 14, 21 и 28 суток после гипоксической травмы. О достоверности различий судили методом проверки вероятности нулевой гипотезы с использованием *t*-критерия Стьюдента, критерия Вилкоксона и угловой метод Фишера для сравнения долей.

Результаты исследования. Перенесенная гипоксическая травма вызвала существенные нарушения: в 3,9 раза возросло латентное время выполнения безусловного рефлекса предпочтения темного пространства, что свидетельствует о нарушении у животных ориентировочного рефлекса; ухудшилась сохранность условного рефлекса пассивного избегания – на 28 суток в группе гипоксического контроля он сохранился лишь у 30 % против 70 % в интактном контроле (табл. 1).

Экстракт черники в исследуемой дозе не проявляет влияния на время выживания в гермокамере. Курсовое применение экстракта способствует достоверному улучшению, почти двукратному, ориентировочной реакции животных при выработке рефлекса в эксперименте после перенесенной гипоксической травмы (табл. 1). Применение экстракта черники улучшает и сохранность условного рефлекса пассивного избегания при проверках, восстанавливая его до уровня интактного контроля. При этом выраженные достоверные изменения наблюдаются даже при проверке сохранности рефлекса на 28 суток исследования (табл. 1). Кроме того, экстракт увеличивает латентное время первого захождения в темный отсек и время пребывания животного в светлом отсеке, уменьшая его в темном отсеке.

Таблица 1 – Влияние экстракта побегов черники обыкновенной на 40 % этаноле на выработку и сохранность условного рефлекса пассивного избегания после перенесенного гипоксического воздействия у мышей ($\bar{X} \pm m$, *n* = 10)

Группа наблюдения, доза	Латентное время захода в темный отсек при выработке рефлекса, с	Время пребывания в темном отсеке (проверка через 48 ч), с	Доля животных с сохранившимся рефлексом при проверке, %	
			48 ч	28 сут
Интактный контроль	32,5±5,4 * <i>p</i> <0,001	3,0±2,0 * <i>p</i> <0,001	80	70 * <i>p</i> <0,05
Гипоксический контроль	127,0±12,7	98,0±8,2	60	30
Экстракт, 50 мг/кг	65,1±16,4 * <i>p</i> <0,01	0,0±0,0 * <i>p</i> <0,001	100 * <i>p</i> <0,05	80 * <i>p</i> <0,05

Примечание: * – различия достоверны в отношении гипоксического контроля.

Выводы. Таким образом, экстракт побегов черники обыкновенной (после сбора плодов) на 40 % этаноле в дозе 50 мг/кг обладает выраженным положительным действием на мнестические функции, улучшая процесс выработки и сохранности условного рефлекса пассивного избегания в эксперименте.

Список литературы

1. Шилова И.В., Суслов Н.И., Краснов Е.А. Адаптогенные и ноотропные свойства густого экстракта из надземной части *Atragene speciosa* Weinm. // Растительные ресурсы. – 2001. – Т. 37, вып. 3. – С. 78–88.
2. Химико-фармакологическое изучение растительных сборов, улучшающих когнитивно-мнестические функции / И.В. Шилова, Н.И. Суслов, В.И. Отмахов, Л.Н. Зибарева и др. // Химико-фармацевтический журнал. – 2016. – Т. 50, № 10. – С. 27–32.
3. Патент РФ № 2744613 «Фитосредство, обладающее церебропротекторным действием» / И.В. Шилова, Н.И. Суслов. – № 2020123821; заявл. 10.07.2020; опубл. 11.03.2021.
4. Шилова И.В., Барановская Н.В., Суслов Н.И., Минакова М.Ю. Биологически активные вещества и элементный состав побегов *Vaccinium myrtillus* после сбора плодов (на примере Томской области) // Химия растительного сырья. – 2024. – № 4. – С. 179–189. DOI: 10.14258/jcpm.20240412761

5. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Ч. первая / под ред. А. Н. Миронова. – М.: Гриф и К, 2012. – С. 276–296.

Буреш Я., Бурешова О., Хьюстон Дж. П. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения. – М.: Высшая школа, 1991. – 175–177.

РЕГУЛЯЦИЯ КАЛЛУСО- И ОРГАНОГЕНЕЗА У РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ И МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ ГРЕЧИХИ

Бондарев Н.И., Сафонова А.В., Корнилов А.А., Чеботова У.И.

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет

имени И.С. Тургенева», г. Орёл, Россия

Кафедра промышленной химии и биотехнологии

Актуальность. Род *Fagopyrum* (гречиха) включает несколько практически значимых вида, два из которых, *F. esculentum* (гречиха обыкновенная) и *F. tataricum* (гречиха татарская), возделываются как зерновые культуры, а *F. cymosum* может служить источником дополнительной изменчивости для возделываемых видов. Помимо этих видов, практический интерес вызывают полученные к настоящему времени единичные межвидовые гибриды, в частности гибрид *F. giganteum* Krotov [2], а также полученный нами 2018-2019 гг. совместно с д.б.н. Фесенко И.Н. гибрид в комбинации *F. esculentum* x *F. cymosum* [1].

Современные сорта гречихи характеризуются слабой устойчивостью к резким изменениям температуры, различным болезням и вредителям. Быстрое создание устойчивых сортов гречихи стало возможным с помощью современных биотехнологий, таких как генетическая и клеточная инженерия. Однако к настоящему времени еще недостаточно выяснены условия регуляции каллусо- и органоогенеза, что является необходимым условием регенерации трансформированных растений, а также служит плодотворным источником генетического разнообразия в создании новых форм растений за счет соматической вариативности.

Цель исследования – выяснение условий индукции каллусо- и органоогенеза у практически значимых видов и межвидовых гибридов гречихи.

Материалы и методы исследования. В качестве объектов исследования служили растения *in vitro* и асептические проростки следующих видов гречихи: *Fagopyrum esculentum* Moenh 2n; *F. esculentum* Moenh 4n (искусственно полученный тетраплоид); *F. tataricum* (L.) Garth, а также гибрид *F. giganteum* Krotov в комбинации *F. tataricum* (L.) Garth 4n x *F. cymosum* Meisn 4n и гибрид *F1* в комбинации *F. esculentum* Moench 4n x *F. cymosum* Meisn 4n.

В качестве эксплантов использовали нодальные сегменты стебля, листовые пластинки *in vitro* растений, а также отрезки гипокотыля асептических проростков. Культивирование проводили на модифицированной агаризованной питательной среде Мурасиге-Скуга (МС) [3], содержащей, помимо источника углерода, минеральных солей и витаминов регуляторы роста растений, такие как ауксины: ИУК, ИМК, α-нафтилуксусную кислоту (НУК), 2,4-дихлорфеноксиуксусную кислоту (2,4-Д), цитокинины: кинетин, БАП, 2-иР, а также гибберелловую кислоту (ГК) в различных комбинациях и концентрациях. Культуры выращивали в климатостате с люминесцентными лампами белого света, а также на фитостеллаже со светодиодами с усиленным излучением в синей и красной областях спектра, при температуре 23-25°C, освещенности 2000 лк, 16-часовом фотопериоде и влажности воздуха 70%.

Результаты исследования. В результате проведенных исследований была выявлена возможность регуляции каллусо- и органоогенеза у изученных видов и гибридов гречихи. Следует отметить, что на средах с одинаковым гормональным составом *F. esculentum* 4n и гибрид *F1*, а также *F. esculentum* 2n и гибрид *F. giganteum*, показали активный рост каллусной массы и хороший регенерационный потенциал, а *F. tataricum* – слабый. Каллусные культуры гречихи не являются ауксинозависимыми, поэтому допустимо включать в состав сред только цитокинины, однако интенсивность роста каллуса можно увеличить путем их комбинации с ауксинами и ГК. Цитокинины БАП или 2-иР, ауксин НУК, а также ГК индуцировали

геммогенез, в то время как ИУК и 2,4-Д оказывали слабое влияние на этот процесс, вызывая ризогенез и образование однородной каллусной массы, соответственно.

Пониженные концентрации макро- и микроэлементов, а также замена сахарозы на фруктозу, стимулировали органоогенез, однако при совместном использовании не оказывали существенного влияния на него.

Из физических факторов, спектральный состав света с усиленным излучением в синей и красной областях, который соответствует пиковым значениям интенсивности фотосинтеза, оказывал положительное воздействие на развитие полученных микропоголов гречихи, по сравнению с люминесцентными лампами белого света.

Выводы. Таким образом, были выяснены условия индукции каллусо- и органоогенеза у изученных видов и межвидовых гибридов гречихи и была показана возможность регуляции этих процессов. Выявлено, что интенсивный каллусо- и органоогенез чаще наблюдали у культурного вида гречихи *F. esculentum*, гибрида *F1* и гибрида *F. giganteum*, которые стимулировали изменением состава питательных сред, в первую очередь содержанием регуляторов роста, таких как цитокинины, ауксины и гиббереллины.

Список литературы

1. Бондарева Т.А. Влияние регуляторов роста на каллусогенез у межвидовых гибридов гречихи / Т.А. Бондарева, В.Н. Костинова. Научный руководитель: д.б.н. Н.И. Бондарев // VII Международная научно-практическая молодежная конференция «Горизонты биофармацевтики». Курск: Изд-во ЗАО Университетская книга, 2021. С. 82-84.
2. Кротов, А.С. Амфидиплоид гречихи *Fagopyrum giganteum* / А.С. Кротов, Е.Т. Драненко // Бюллетень ВИР. – 1973. – № 30. – С. 41-44.
3. Murashige, T. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. A. Skoog // Physiol. Plant. – 1962. – V. 15, – № 13. – P. 473-497.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЯСНОЙ КУЛИНАРНОЙ ПРОДУКЦИИ С УЛУЧШЕННОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТЬЮ

Гребенюк Д.Р.

Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского

Кафедра технологии и организации производства продуктов питания имени

А.Ф. Коршуновой

Научный руководитель – к.т.н., Милохова Т.А.

Актуальность. Статья посвящена разработке технологии производства мясного продукта для геродиетического питания с повышенной биологической ценностью.

Актуальность темы научного исследования обусловлена реализацией Государственной концепции здорового питания населения России, которая предусматривает принятие мер по улучшению качества пищевых продуктов и структуры питания. На сегодняшний день в современных условиях, когда перед человечеством возникает проблема в ухудшении качества пищевой продукции, а значит и качество питания, необходимо задуматься об улучшении обеспечения населения необходимыми микронутриентами, которые способствуют поддержанию уровня энергии и обеспечению функционирования всех систем организма.

Мясные кулинарные изделия, пользующиеся высоким спросом, являются идеальными для обогащения витаминно-минеральными премиксами, тщательно сбалансированными по основным элементам.

Цель исследования. Целью исследования является разработка технологии производства мясной кулинарной продукции с улучшенной биологической ценностью, направленной на сбалансированную коррекцию витаминно-минеральной недостаточности в рационе питания людей преклонного возраста.

Материалы и методы исследований. Спрос на мясную кулинарную продукцию с добавками витаминов и минералов постоянно растет, так как потребители все более осознают важность здорового питания. Эти продукты становятся особенно популярными среди людей, ведущих активный образ жизни и стремящихся к сбалансированному рациону.

Мясо и мясные продукты, в отличие от других категорий пищевых продуктов, обычно содержат минимальное количество микронутриентов. Это создает существенную проблему, поскольку в современном рационе, богатом белками, может отсутствовать достаточное количество необходимых витаминов и минералов [3]. Поэтому задача технологов заключается в добавлении витаминов, минералов и других биологически активных добавок с целью повышения пищевой ценности мясной продукции.

Для проведения исследования нами был использован компонент пищевой продукции от компании ООО «Электронная медицина» «Витаминно-минеральный комплекс «GS-3159» для обогащения пищевых продуктов и блюд. Предназначен для диетического лечебного и диетического профилактического питания взрослых и детей от 3-х лет. Комплекс представляет собой порошкообразную смесь витаминов и минеральных веществ на основе вещества-носителя, для обогащения пищевых продуктов. Состав комплекса содержит 11 витаминов и 4 минеральных веществ таблица 1.

Таблица 1 – Состав витаминно-минерального комплекса «GS-3159»

Состав активных компонентов	В ВМК GS-3159, г/100г
Витамин С	8,1±1,36
Витамин Е	0,86±0,17
Витамин РР	1,035±0,182
Витамин В ₆	0,24±0,044
Витамин В ₂	0,192±0,035
Витамин В ₁	0,168±0,031
Бета-каротин	0,1575±0,029
Витамин ВС	0,036±0,0067
Витамин К ₁	0,0063±0,00123
Витамин D ₃	0,000575±0,000115
Витамин В ₁₂	0,00018±0,000036
Ca	10,0±1,6
Fe	0,529±0,095
I	0,00824±0,0016
Se	0,0025±0,00049

Витаминно-минеральный комплекс GS-3159 добавлялся в рецептуру «Рубленые колбаски из мяса птицы» согласно пункту 8.3 СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». Расчетное значение составило 4,1667 г на 1000 г готового продукта.

Основными ингредиентами колбасок являлось филе индейки, филе куриное, лук репчатый, молоко цельное, чеснок.

Подготовка сырья производилась в соответствии с рекомендациями Сборника технологических нормативов для предприятий общественного питания и технологическими рекомендациями для импортного сырья.

В ходе работы была разработана технологическая схема приготовления мясной кулинарной продукции колбаски из мяса птицы «Особые» и проведен физико-химический анализ новой кулинарной продукции.

Для анализа физико-химических показателей качества мясной кулинарной продукции: «Рубленые колбаски из мяса птицы» и колбаски из мяса птицы «Особые», определяли следующие показатели (согласно ГОСТ 33319-2015 «Мясо и мясные продукты»): массовая доля жира мясного продукта; массовая доля белка мясного продукта; массовая доля влаги мясного продукта.

Анализ физико-химических показателей качества мясной кулинарной продукции представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические показатели качества мясной продукции

Исследуемый продукт	Масса анализируемой пробы, г	Массовая доля			Относительная погрешность измерения, %
		жира, %	белка, %	влаги %	
Контрольный образец	49,655			60,3	± 0,8
Исследуемый образец	122,655			56,6	± 0,8
Контрольный образец	2,08	14,42			± 1,8
Исследуемый образец	2,25	14,44			± 1,8
Контрольный образец	2,01		30,3		± 1,5
Исследуемый образец	1,89		32,4		± 1,5

Результаты исследования. Анализируя полученные данные, можно сказать, что контрольные и исследуемые образцы, имеющие массовую долю жира в изделиях (не более 36%) 14,42% ± 1,8% и 14,44% ± 1,8%, а так же массовую долю белка (не менее 10%) 30,3% ± 1,5% и 32,4% ± 1,5% соответствуют норме по ГОСТ 33673-2015 «Изделия колбасные вареные» [1].

Согласно ГОСТ 31498-2012 «Изделия колбасные вареные для детского питания» массовая доля влаги в изделиях составляет не более 70%. Исходя из полученных данных видно, что контрольный и исследуемый образцы, имеющие массовую долю влаги 60,3% ± 0,8% и 56,6% ± 0,8%, соответствуют норме по ГОСТ 31498-2012 [2].

Вывод. Физико-химический анализ разработанного мясного кулинарного изделия повышенной биологической ценности колбаски из мяса птицы «Особые» показал полное соответствие требованиям стандартов ГОСТ 33673-2015 «Изделия колбасные вареные» и ГОСТ 31498-2012 «Изделия колбасные вареные для детского питания. Технические условия», что свидетельствует о высоком качестве и безопасности продукта, подтверждая его соответствие установленным стандартам.

В дальнейших наших исследованиях будет проведен анализ показателей качества и безопасности разработанного продукта, анализ показателей качества по органолептическим показателям, а также будет проведен расчет экономической эффективности разработанной технологии.

Список литературы

1. ГОСТ 33673-2015 «Изделия колбасные вареные». Общие технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 14 с.
2. ГОСТ 31498-2012 Изделия колбасные вареные для детского питания. Технические условия. - Москва: Стандартинформ, 2013. – 18 с.
3. Пищевой рацион - основа для разработки продуктов функционального питания / О. Е. Бакуменко, И. В. Щерба, Р. О. Будкевич [и др.] // Пищевая промышленность. – 2021. – № 3. – С. 59–62.

ПИЩЕВЫЕ ЭМУЛЬСИИ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ РЫБНЫХ ЖИРОВ, ОБОГАЩЕННЫХ ПНЖК ОМЕГА-3

Пивненко Т.Н., Позднякова Ю.М., Есипенко Р.В.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный Университет
(ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз»)
Кафедра пищевой биотехнологии

Актуальность. Одним из приоритетных направлений государственной политики РФ для обеспечения здорового питания населения, является разработка функциональных пищевых добавок, позволяющих уменьшить дефицит биологически активных веществ (БАВ) и обеспечить их биодоступность и биоусвояемость. При регулярном употреблении функциональных продуктов питания (не менее 15% от рекомендуемой суточной нормы потребления) может быть значительно снижено количество заболеваний, связанных с питанием (сердечно-сосудистых, нейродегенеративных, онкологических) [1]. В списке БАВ, имеющих дефицит потребления, наиболее ценными липидными компонентами считаются ПНЖК ω -3. Их физиологические функции обеспечивают сосудорасширяющее, антитромботическое и антиатерогенное действие, регуляцию липидного обмена [1,2]. Основными факторами, ограничивающими обогащение продуктов питания ПНЖК, являются их слабая растворимость в водной среде вследствие гидрофобности, высокая термоллабильность и выраженная окислительная деструкция. Эти причины определяют актуальность создания защитных матриц и/или систем доставки для их стабилизации. Микро- и наноэмульсии представляют собой удобный способ обогащения этими компонентами целого ряда продуктов питания и напитков на водной основе: напитков, соусов, десертов, спредов, йогуртов [2]. В эмульсионных системах окислительная стабильность ПНЖК ω -3 создается благодаря образованию защитной конформации и может быть существенно усилена при добавлении антиоксидантов. Сульфатированный полисахарид из бурых водорослей – фукоидан способен одновременно служить эмульгатором, положительно влияя на стабильность эмульсий и обеспечивать антиоксидантную защиту липидов [3].

Цель исследования состояла в обосновании методов получения пищевых матриц эмульсионной природы для инкапсулирования рыбных жиров, обогащенных ПНЖК ω -3, стабилизированных сульфатированным полисахаридом фукоиданом.

Материалы и методы исследования. В исследовании были использованы рыбные жиры, из печени минтая и голов лососей ООО «Биополис». Гель из бурой водоросли *Fucus evanescens*, обогащенный фукоиданом, получали, как описано в работе [3].

Определение первичных (ППО) и вторичных (ВПО) продуктов перекисного окисления липидов проводили спектрофотометрическим методом после разделения фракций триацилглицеридов (ТГ) и фосфолипидов (ФЛ) [4]. Содержание малонового диальдегида (МДА) определяли по реакции с тиобарбитуровой кислотой [5]. Для микроскопирования использовали цифровой микроскоп Левенгук LabZZ DM200 LCD (Россия). Вязкость измеряли на ротационном вискозиметре NDJ (Laboao, Китай). Стабильность эмульсий определяли после центрифугирования как процент не расслоившейся эмульсии.

Результаты исследования. Исследование фукоидана в форме геля показало его высокую эффективность в качестве структурообразователя и антиоксиданта в рыбной продукции [3]. Это позволило апробировать полученные результаты при создании пищевых матриц, содержащих соединения гидрофобной природы, таких как ПНЖК ω -3, обеспечить их сочетание с гидрофильными системами и снизить окисление. Основные различия использованных рыбных жиров состояли в концентрации ПНЖК ω -3, наиболее подверженных окислительной деструкции. Содержание ω -3 от общего количества ЖК в жире минтая составило 18,83 %, в жире лососей – 29,12 %. Наибольший вклад в этот показатель вносит докозагексаеновая кислота (ДГК) – 4,98 и 10,26 %, соответственно. Были установлены параметры и стадии процесса эмульгирования: смешивание жира и раствора казеината натрия на ультразвуковой (УЗ) установке (мощность 700 Вт, частота 20 кГц, амплитуда 80 %, время 10 мин,

температура 45 °С); добавление фукоидана с повторной обработкой УЗ (5 мин.). Это позволило соединить все использованные компоненты в однородную стабильную эмульсию. Вязкость эмульсий повышалась прямо пропорционально количеству вносимого геля, при этом стабильность при центрифугировании несколько снижалась. Повышение содержания ПНЖК ω -3 снижало вязкость, но не влияло на стабильность (табл.1).

Таблица 1 – Влияние геля фукоидана на свойства эмульсий

Образец	Содержание геля, %	Вязкость, мПа•с	Стабильность, %
Км	0	0,66	80,69
1м	10	13,14	98,53
2м	20	52,57	98,15
3м	40	139,85	86,1
Кл	0	0,88	91,10
1л	10	12,97	98,00
2 л	20	73,13	93,32
3л	40	85,01	84,25

Примечание: м – минтай; л – лосось;

Количество геля влияло на микроструктуру эмульсий: при снижении его содержания возрастало количество частиц с размером < 1 мкм, массовая доля которых составила от 82 до 88 % от общего количества вне зависимости от наличия ПНЖК ω -3. Для обеспечения оптимального взаимодействия между всеми компонентами эмульсий соотношение ингредиентов должно составлять: буфер : жир : казеинат : гель – (7-8) : 1 : 0,05 : (1-2). Фукоидан имеет сильный отрицательный заряд благодаря наличию большого количества сульфатных групп [6]. Заряд молекул казеина, адсорбированных на поверхности липидных капель, в этих условиях становится положительным, что обеспечивает его эффективное взаимодействие с молекулами фукоидана. Поэтому важно соблюдать порядок добавления компонентов, чтобы обеспечить последовательность адсорбции сначала казеина на поверхности жировых капель, а затем фукоидана на поверхности казеина. Под действием УЗ происходит образование устойчивой эмульсии благодаря тонкому диспергированию ингредиентов. Мицеллы приобретают меньший размер и стабилизируются, так как увеличение площади их взаимного притяжения значительно снижается, подавляя процесс повторного слияния капель.

Процессы окисления липидов в полученных эмульсиях при хранении (температура 8±2 °С, время 15 суток) во фракции ТГ имели сходство в накоплении ППО и ВПО для различных видов жиров. Основные различия связаны с изменениями ППО и ВПО во фракции ФЛ. Для жира минтая увеличение содержания геля сдвигало начало накопления продуктов окисления, что позволяет говорить об антиоксидантном действии фукоидана. Для жира лососей при некотором снижении ППО на 5-е сутки хранения они возвращались в дальнейшем к исходным показателям. Снижение ВПО во фракции ФЛ было наиболее очевидным при увеличении количества геля. Накопление МДА в процессе хранения было выражено более явно. На конечном этапе хранения величина МДА в контрольном образце составила 1,50, в образцах с 40 % геля – 1,25 мкг/г, для жира лососей – 0,95 и 0,69 мкг/г, соответственно.

Вывод. Таким образом, разработан метод получения стабилизированных эмульсий, содержащих рыбный жир с различным содержанием ПНЖК ω -3, в качестве пищевых систем, предназначенных для использования в составе БАД и пищевых продуктах. Использование фукоидана обеспечило образование прочных мицелл и снизило окислительную деструкцию липидов.

Список литературы

1. Стратегия научного обеспечения реализации государственной политики в области оптимизации питания населения / В.А. Тутельян, Д.Б. Никитюк, И.Ю. Тармаева [и др.] // Российский вестник гигиены питания. 2025. – №1. – С. 47-52
2. Development of food-grade nanoemulsions 1 and emulsions for delivery of omega-3 fatty acids: Opportunities and obstacles in the food industry / R. Walkera, E.A. Deckera, D.J. McClements // Food & Function Manuscript. 2014. – ID: FO-REV-08-2014-000723.R1
3. Влияние продуктов переработки фукусковых водорослей на структурообразование и окисление липидов в мышечной ткани рыб / Т.Н. Пивненко, Ю.М. Позднякова, Р.В. Есипенко // Пищевые системы – 2025. – Т.8(1). – С. 99–105.
4. Перекисное окисление липидов и термообработка молока для приготовления кисломолочного продукта смешанного брожения / Г.А. Донская, Л.Г. Креккер, В.М. Дрожжин [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2022. – Т. 5(182). – С. 226–233.
5. Evaluating of three 2-thiobarbituric acid methods for the measurement of lipid oxidation in various meats and meat products / H. Ulu // Meat Science. – 2004. – V. 67(4). – P. 683-687.
6. Interfacial deposition of an anionic polysaccharide (fucoidan) on protein-coated lipid droplets: Impact on the stability of fish oil-in-water emulsions / Y.A. Chang // Food Hydrocolloids. – 2015. – V. 51. – P. 252-260.

XIV. РОЛЬ ФАРМАЦИИ И ХИМИИ В РАЗВИТИИ БИОТЕХНОЛОГИИ

УПРАВЛЕНИЕ ВНУТРЕННИМИ АПТЕЧНЫМИ СКЛАДАМИ И ПРОБЛЕМЫ С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ЛЕКАРСТВАМИ

Абдураззакова Х.Г.

Самаркандский государственный медицинский университет, Узбекистан

Кафедра Организация фармацевтического дела

Научный руководитель - доцент Базарова Н.С.

Актуальность. Эффективное управление внутренними аптечными складами и рациональное обеспечение лекарствами является важной опорой современного здравоохранения. Эффективность в этой области определяет не только своевременную и качественную поставку необходимых медикаментов пациентам, но и разумное и оптимальное расходование средств, предотвращая нецелевое использование ресурсов. В последние годы проведено множество научных исследований, которые четко обозначили серьезные проблемы в управлении внутренними аптеками и обеспечении лекарствами, а также современные технологические и управленческие тенденции, которые могут помочь в решении этих проблем.

Цель исследования. Анализ существующих методов управления внутренними аптечными складами и выявление основных проблем в обеспечении лекарствами с целью разработки эффективных стратегий и рекомендаций для оптимизации процессов закупки, хранения и распределения медикаментов в учреждениях здравоохранения.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования выбраны внутренние аптечные системы лечебно-профилактических учреждений. В числе них — внутренняя аптека семейной поликлиники № 2 города Самарканда, многопрофильная детская больница города Самарканда и многопрофильная больница при Самаркандском государственном медицинском университете. Предметом исследования являются процессы контроля в этих системах и состояние обеспечения лекарственными средствами. В исследовании использованы следующие методы: статистических и эмпирических данных по обеспечению лекарственными средствами, беседы с сотрудниками учреждений, изучение действующих моделей внутренних аптечных систем, сравнительный анализ существующих подходов к управлению внутренними аптеками.

Результаты исследования. Результаты исследования применяются для оптимизации контроля внутренних аптек и обеспечения лекарственными средствами в лечебно-профилактических учреждениях. Множество медицинских учреждений сталкиваются с проблемами избыточных или недостаточных запасов медикаментов, что приводит к финансовым потерям и недостатку необходимых препаратов для пациентов. Нехватка современных технологий для отслеживания и управления запасами также является распространенной проблемой. Неправильная организация логистических процессов может привести к задержкам в поставках и, как следствие, к дефициту жизненно важных лекарств. Исследования показывают, что многие учреждения не имеют четких протоколов для управления поставками и распределения медикаментов. Внедрение автоматизированных систем управления запасами (например, ERP-систем) значительно повышает эффективность работы аптечных складов. Использование технологий, таких как RFID-метки и системы отслеживания, помогает сократить ошибки и улучшить контроль за движением медикаментов.

Выводы. Эффективное управление внутренними аптечными складами требует оптимизации процессов учета, хранения и распределения медикаментов. Это включает в себя внедрение автоматизированных систем, которые могут значительно снизить количество ошибок и улучшить контроль запасов. Использование современных технологий, таких как системы управления запасами (ERP), RFID-метки и аналитические инструменты, позволяет более точно прогнозировать потребности и минимизировать риски дефицита лекарств. Квалифицированный и обученный персонал является ключевым фактором успешного управле-

ния аптечными складами. Регулярные тренинги и повышение квалификации помогают сотрудникам эффективно справляться с возникающими проблемами и адаптироваться к новым технологиям.

Список литературы

1. Olmichi, H. H. Japanese health care insurance system and its reform / H.H. Olmichi // Nippon Geka. Gakkai Gasshi. - 1997. - Vol.98, №10. - P.880-883.
2. Чубарев, В.Н. Фармацевтическая информация / В.Н. Чубарев. - М.: 2000. - 441с.
3. Чернядьева, Н.В. Оптимизация ассортимента: дорогостоящие лекарственные средства / Н.В. Чернядьева, А.В. Цыплаков // Новая аптека. - 2006.
4. Чекунова, О.И. Экономическая деятельность аптеки лечебнопрофилактического учреждения в условиях бюджетной среды / О.И. Чекунова, Н.М. Бат // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сб. науч. тр. регион, науч. конф. - Пятигорск. - 2008. - Вып. 63.-С.726-728.
5. Хабриев, Р.У. Андрагогическая модель повышения квалификации специалистов, занятых в сфере обращения лекарственных средств / Р.У. Хабриев, Р.И. Ягудина // Фармация. - 2003. - Т.52, №4. - С.36-39.

РОЛЬ АССОРТИМЕНТА И МЕРЧЕНДАЙЗИНГА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ОБЪЕМА ПРОДАЖ В АПТЕЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Рустамов У.У., Базарова Н.С.

Самаркандского государственного медицинского университета,

Кафедра Организации фармацевтического дела

Научный руководитель- доцент Базарова Н.С.

Актуальность. В условиях высокой конкуренции на фармацевтическом рынке аптечные организации сталкиваются с необходимостью не только обеспечивать доступность лекарственных средств, но и стимулировать импульсные покупки, повышать лояльность клиентов и оптимизировать использование торгового пространства. По данным рынка, емкость аптечного сегмента в России в 2021 году достигла 1 456 млрд руб., с ростом на 3,5% по сравнению с предыдущим годом, однако количество аптек в топ-20 сетей превысило 43,7 тыс. единиц, что усиливает давление на продажи. Ассортимент и мерчендайзинг выступают ключевыми инструментами маркетинга, позволяющими увеличить объем продаж на 10–25% за счет эффективной презентации товаров, привлечения внимания к сопутствующим продуктам и повышения среднего чека. В аптеках, где значительная часть ассортимента приходится на безрецептурные препараты и парафармацевтику, правильная выкладка и формирование ассортимента напрямую влияют на поведение потребителей, способствуя росту продаж и укреплению бренда. Актуальность исследования обусловлена необходимостью адаптации этих инструментов к специфике аптечного ритейла в условиях экономической нестабильности и цифровизации торговли.

Цель исследования. Целью исследования является анализ роли оптимизации ассортимента и мерчендайзинга в увеличении объема продаж аптечных организаций, с разработкой рекомендаций по их внедрению для повышения эффективности розничной торговли.

Материалы и методы исследования. В качестве материалов использованы данные из 15 аптечных сетей Москвы и Санкт-Петербурга за период 2022–2024 гг., включая статистику продаж, планы выкладки и опросы 200 посетителей. Методы включали:

- Анализ ассортимента с применением ABC-анализа для категоризации товаров (А — высокодоходные, 20% ассортимента, 80% выручки; В и С — остальные);
- Оценку мерчендайзинга по критериям: уровень выкладки (зона глаз — 1,5–1,7 м от пола), использование промо-стендов и прикассовых зон;
- Количественный анализ продаж до и после внедрения мер (сравнительный метод с контролем);

- Качественный опрос потребителей для выявления факторов влияния на покупку. Обработка данных проводилась в Excel и SPSS для расчета корреляций и статистической значимости ($p < 0,05$).

Результаты исследования. Результаты показали, что оптимизация ассортимента (сокращение низколиквидных позиций на 15% и фокус на ABC-категории) привела к росту выручки на 12% в тестовой группе аптек. Внедрение мерчендайзинга — размещение хитов на уровне глаз и в прикассовых зонах — увеличило импульсные продажи на 18–22%, с общим приростом объема на 15–20% по сравнению с контрольной группой. Опрос выявил, что 68% респондентов чаще покупают товары, визуально выделенные (промо-стенды), а 52% отмечают удобство выкладки как фактор лояльности.

Выводы. Таким образом, ассортимент и мерчендайзинг — взаимосвязанные инструменты, способные повысить продажи на 10–25% без значительных вложений. Рекомендуется регулярный ABC-анализ, стандартизация планogramм и обучение персонала для устойчивого роста. Это позволит аптечным организациям не только конкурировать, но и формировать положительный опыт покупок, способствуя долгосрочному развитию бизнеса.

Список литературы

1. Agostinetti, E., Gligorov, J., & Piccart, M. (2022). Systemic therapy for early-stage breast cancer: learning from the past to build the future. *Nature Reviews Clinical Oncology*, 19(12), 763-774.
2. Alburyhi, M. M., & El-Shaibany, A. (2024). Formulation and Evaluation of Antitumor Activity of Artemisia Arborescence Extract Capsules as Dietary Supplement Herbal Product Against Breast Cancer. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 13(3), 95-114.
3. Ганиев, Ф. Х., & Юсупова, М. С. (2023). Влияние уровня финансирования на доступность противоопухолевых препаратов. *Самаркандский медицинский журнал*, 27(1), 55–60.
4. Гётше, П. (2022). Смертельно опасные лекарства и организованная преступность. Как большая фарма коррумпировала здравоохранение. Litres.
5. Гопиенко, И. А., & Зырянов, С. К. (2024). Маркетинговый анализ российского фармацевтического рынка оксалиплатина. *Качественная клиническая практика*, (1), 72-77.
6. Мамаризаев И. К. Диагностика нарушений оксидативного стресса и антиоксидантной системы у новорожденных от матерей с эндотоксикозом // *Журнал гуманитарных и естественных наук*. – 2025. – № 22 [2]. – С. 88-91.
7. Мамаризаев И. К., Юлдашев Б. А. Управление качеством в аптечной сети, нормы и их влияние на процесс реализации // *Modern education and development*. – 2025. – Т. 18. – №. 3. – С. 205-210.
8. Мамаризаев И. К. Состояние новорожденных, родившихся от матерей с эндотоксикозом (обзор литературы) // *Research Focus*. – 2025. – Т. 4. – №. 3. – С. 211-225.
9. Шавази Н. Н., Мамаризаев И. К. Состояние прои антиоксидантной системы у новорожденных, родившихся от матерей с эндотоксикозом // *Международный журнал научной педиатрии*. – 2025. – Т. 4. – №. 2. – С. 887-890.

MAIN ASPECTS RELATED TO TARGETED DRUG THERAPY FOR BREAST CANCER

Uralova G.A., Bazarova N.S.

Samarkand State Medical University, Uzbekistan

Department of Pharmaceutical Affairs

Scientific Supervisor: Associate Professor Bazarova N.S.

Relevance. Breast cancer (BC) is one of the most common malignant tumors among women worldwide. Its significance for public health is determined not only by the high incidence rate but also by its substantial impact on women's quality of life and mortality. The relevance of studying BC is driven by the need to develop effective methods of diagnosis, treatment, and prevention, which is particularly important for countries with limited resources. In Uzbekistan, as in many developing countries, BC holds a leading position among oncological diseases in women. Challenges in early diagnosis and treatment accessibility, along with insufficient public awareness of this disease, exacerbate the problem. This underscores the necessity of conducting research aimed at improving the understanding of the epidemiological features and molecular characteristics of BC in this region.

Aim of the study. Development of pharmacoeconomic justification for optimizing medicinal supply and improving the accessibility of breast cancer therapy under conditions of limited funding, with a focus on cost analysis, biosimilars, and tools for rational resource allocation.

Materials and methods of the study. A pharmacoeconomic analysis of the cost of targeted therapy (trastuzumab + paclitaxel — 12.6 million soums; palbociclib + letrozole — 19.2 million soums) was conducted, with calculation of the accessibility index (AI 4.2–6.4) based on the average salary (3 million soums). The replacement of trastuzumab with a biosimilar ("Gertikad®") was modeled, reducing costs by 40% (from 30.75 to 18.45 million soums per patient). ABC/VEN analysis, VED classification, and the cost-effectiveness ratio (CER) were applied based on literature data.

Results of the study. The study reveals a direct dependence between the economic feasibility of the applied therapeutic schemes and their real accessibility for female patients, which dictates the need to implement systematic pharmacoeconomic analysis as a basis for procurement planning and the formation of regional formularies. The conducted analysis of the cost of treatment courses revealed their catastrophic inaccessibility for female patients in the absence of state funding: the cost of a course of targeted therapy (trastuzumab + paclitaxel) is 12.6 million soums, and the combination of palbociclib + letrozole is 19.2 million soums, which, with an average salary of 3 million soums in Samarkand, yields an accessibility index (AI) of 4.2 and 6.4 respectively, indicating absolute financial inaccessibility. Under these conditions, the key solution proposed in the work is the large-scale introduction of biosimilars of original drugs, whose pharmacoeconomic model has demonstrated high effectiveness: replacing the original trastuzumab with a biosimilar ("Gertikad®") allows reducing the cost of the therapy course by 40% (from 30.75 million to 18.45 million soums per patient) without compromising clinical efficacy, which, with an annual coverage of 100 female patients, provides a potential budget savings of ~2.1 billion soums. Additionally, to rationalize the use of limited financial resources, it is proposed to implement a complex of pharmacoeconomic and management accounting tools, including ABC/VEN analysis for categorizing drugs into vital (Vital), essential (Essential), and desirable (Desirable), which will allow prioritizing procurement; VED classification for optimizing the logistics of thermolabile drugs; and calculation of the "cost/effectiveness" coefficient (CER) to justify the inclusion of certain schemes in regional treatment standards. The implementation of these measures, combined with the development of preferential co-financing programs (70/30), the development of partnerships with charitable foundations, and the stimulation of localization of production of certain drugs (for example, aromatase inhibitors), will allow creating a sustainable, economically justified model of drug provision aimed at overcoming the gap between the modern capabilities of medicine and the economic realities of the region.

Conclusions. Therapy is inaccessible without state funding (AI 4.2–6.4), necessitating systematic pharmacoeconomic analysis for procurement and formularies. Biosimilars reduce costs by 40%, saving up to 2.1 billion soums annually. A comprehensive set of measures (ABC/VEN, VED,

CER, 70/30 co-financing, partnerships, localization) will ensure a sustainable supply model, bridging the gap between medical capabilities and the region's economic realities.

References

- Agostinetti, E., Gligorov, J., & Piccart, M. (2022). Systemic therapy for early-stage breast cancer: learning from the past to build the future. **Nature Reviews Clinical Oncology**, 19(12), 763–774.
- Alburyhi, M. M., & El-Shaibany, A. (2024). Formulation and Evaluation of Antitumor Activity of **Artemisia Arborescence** Extract Capsules as Dietary Supplement Herbal Product Against Breast Cancer. **World Journal of Pharmaceutical Research**, 13(3), 95–114.
- Ganiev, F. Kh., & Yusupova, M. S. (2023). The influence of funding levels on the accessibility of antitumor drugs. **Samarkand Medical Journal**, 27(1), 55–60.
- Götzsche, P. (2022). **Deadly Medicines and Organised Crime: How Big Pharma Has Corrupted Healthcare**. Litres.
- Gopenko, I. A., & Zyryanov, S. K. (2024). Marketing analysis of the Russian pharmaceutical market for oxaliplatin. **Quality Clinical Practice**, (1), 72–77.
- Mamarizaev, I. K. Diagnosis of oxidative stress disorders and the antioxidant system in newborns from mothers with endotoxemia. // **Journal of Humanities and Natural Sciences**. – 2025. – No. 22 [2]. – P. 88–91.
- Mamarizaev, I. K., Yuldashev, B. A. Quality management in a pharmacy chain, standards and their impact on the sales process. // **Modern Education and Development**. – 2025. – Vol. 18. – No. 3. – P. 205–210.
- Mamarizaev, I. K. Condition of newborns born to mothers with endotoxemia (literature review). // **Research Focus**. – 2025. – Vol. 4. – No. 3. – P. 211–225.
- Shavazi, N. N., Mamarizaev, I. K. State of the antioxidant system in newborns born to mothers with endotoxemia. // **International Journal of Scientific Pediatrics**. – 2025. – Vol. 4. – No. 2. – P. 887–890.

PHARMACOLOGICAL AND IN-SILICO EVALUATION OF THIENO[3,2-*d*]PYRIMIDINONE-BASED CDK INHIBITORSZ. Akhmedova², G. Tuxtaeva¹, M. Shakhriroz¹, M. Dusmuratov¹, A. Buronov^{1,2}¹Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan²Samarkand State University named after Sharof Rashidov, Samarkand, Uzbekistan

Relevance. Modern drug discovery increasingly integrates computational and experimental methods to accelerate the identification of new bioactive compounds. In this context, *in silico* tools such as molecular docking, dynamics simulations, and ADMET predictions play a crucial role in predicting pharmacological behavior and guiding structural optimization before synthesis. This rational design approach minimizes time and resource demands compared to traditional experimental strategies. Among various heterocyclic frameworks, the *thieno[3,2-*d*]pyrimidine* scaffold has gained significant attention for its wide range of biological activities, including anticancer, antimicrobial, and anti-inflammatory properties. Owing to its conjugated electronic structure and rigid bicyclic system, it serves as a promising core for developing multifunctional therapeutic agents. Hence, this study focuses on the design, synthesis, and *in silico* evaluation of novel *thieno[3,2-*d*]pyrimidinone* derivatives as potential pharmacologically active compounds.

Materials and methods. *CDK7* and *CDK9* are key transcriptional kinases whose dysregulation promotes cancer cell survival and progression. They represent promising molecular targets for small-molecule inhibitor development (Figure 1). In this work, a series of tricyclic *thieno[3,2-*d*]pyrimidine* derivatives were designed and synthesized to fit optimally within the ATP-binding pocket of CDKs, enabling favorable π – π stacking and hydrogen-bond interactions. Their potential binding modes and inhibitory profiles were further evaluated with molecular docking studies (table-1).

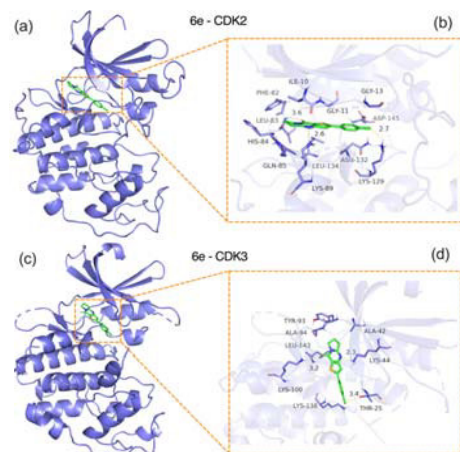


Figure 1. Docking poses of compound **6e** with *CDK2*, *CDK3*, and *CDK5–p25*. Panels (a,c) show **6e** (green) bound in the active sites of the proteins (blue), while (b,d) highlight key interacting residues. Dashed lines and numbers indicate hydrogen bond distances (Å), illustrating binding orientation and interaction strength.

Table-1

Structure	Target	PDB ID	Cdoker Energy (kcal/mol)	Combination Type
	CDK2	2C5Y	–9.4959	Hydrogen bond, Hydrophobic interaction, Electrostatic interaction
	CDK3	3GC0	0.1148	Hydrogen bond, Hydrophobic interaction, Electrostatic interaction, π -interaction
	CDK5–p25	1UNG	–5.7945	Hydrogen bond, Hydrophobic interaction, Electrostatic interaction, π -interaction
	CDK5–p35	1UNH	–8.3051	Hydrogen bond, Hydrophobic interaction, Electrostatic interaction, π -interaction
	CK1 γ 1	6F1W	–7.2382	Hydrogen bond, Hydrophobic interaction, van der Waals forces, Electrostatic interaction
	CSK	1BYG	–2.2890	Hydrogen bond, Hydrophobic interaction, Electrostatic interaction, π -interaction

In summary, docking and simulation studies indicate that compound **6e** targets multiple *CDK*-related signaling kinases, providing a structural basis for its dose-dependent antiproliferative and pro-apoptotic effects in HeLa cells. The compound induced clear *G1/S* and *G2/M* cell cycle arrest, suggesting *CDK* inhibition as a likely mechanism. Docking showed strong binding of **6e** within the *CDK2* ATP pocket, forming hydrogen bonds with *Leu83* and *Glu81*, and hydrophobic interactions with *Asp145*. Molecular dynamics simulations confirmed complex stability over 100 ns, supporting a *CDK*-targeted mode of action to be validated in further kinase assays.

References

1. S. Malik, K. Muhammad, Y. Waheed, Emerging Applications of Nanotechnology in Healthcare and Medicine, *Molecules* 28 (2023) 6624.
2. V. Shukla, D. Tripathi, S. Sharma, A. Purohit, P. Singh, Phytomedicine meets nanotechnology: a cellular approach to rheumatoid arthritis treatment, *Nano TransMed* 3 (2024) 100051.
3. H. Sreeraj, R. AnuKiruthika, K.S. Tamilselvi, D. Subha, Exosomes for skin treatment: therapeutic and cosmetic applications, *Nano TransMed* 3 (2024) 8051.
4. X. Cheng, Q. Xie, Y. Sun, Advances in nanomaterial-based targeted drug delivery systems, *Front Bioeng. Biotechnol.* 11 (2023) 1177151

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ВЛИЯНИЕ НА ЧЕЛОВЕКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ФАРМАЦИИ РАСТЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ ВРЕДНЫЕ И ЯДОВИТЫЕ АЛКАЛОИДЫ

Тургунбоева Н.С.

Самаркандский государственный медицинский университет

Факультет биотехнологии, инжиниринга и фармации

Научный руководитель – асс. Кодиров Б.Г.

Актуальность. Наряду с полезными растениями, произрастающими на Земле, можно наблюдать и рост вредных и ядовитых растений. Безусловно, степень их воздействия на организм человека, а также их химический состав побуждают учёных проводить постоянные исследования и анализы. Учёными регулярно проводятся химические и фармакологические анализы, результаты которых способствуют предотвращению отравлений людей вредными и ядовитыми растениями. В ходе научных исследований также изучается, каким образом можно использовать эти растения — являются ли они исключительно ядовитыми или же могут применяться в фармацевтических целях. Данные вопросы подробно освещаются в научных статьях и публикациях.

Цель исследования: Путём изучения растений, произрастающих на Земле, таких как белладонна, дурман и белена, определён их химический состав и исследовано биологическое воздействие на организм человека.

Метод исследования: заключался в анализе биологического влияния ядовитых растений на человека на основе данных об их химическом составе.

Результаты исследования: В результате проведённых исследований были изучены химический состав, влияние на организм человека и лекарственные препараты, получаемые из нескольких вредных и ядовитых растений. По итогам работы собран и систематизирован обширный материал по данной теме. Следует отметить, что в летний период или во время вегетации растений многие юноши и девушки совершают путешествия, экскурсии и семейные прогулки. В этот период целесообразно иметь хотя бы краткие биологические и химические сведения о вредных и ядовитых растениях. В частности, такие растения, как белладонна, дурман и белена, относятся к числу особо ядовитых.

Белладонна (красавка обыкновенная) – *Atropa belladonna* L., *Atropa caucasica* Kreyer (кавказская красавка) – относится к семейству паслёновых (*Solanaceae*). Произрастает на пустошах и по краям полей. Плод напоминает мелкую вишню, содержит алкалоид атропин. Все части растения ядовиты! После употребления 3-4 плодов появляются такие симптомы, как тошнота, галлюцинации, нарушение зрения, расширение зрачков. Химический состав: Все части растения содержат алкалоиды: корень – 0,40–1,30%, листья – 0,14–1,20%, стебель – 0,20–0,65%, цветки – 0,24–0,60%, зрелые плоды – до 0,70%. Основные алкалоиды белладонны – атропин, гиосциамин и скополамин. Алкалоиды белладонны относятся к группе тропановых и представляют собой сложные эфиры. Применение в фармации: Препараты белладонны применяются как спазмолитические средства при различных спастических состояниях (спазмах кишечника и мочевыводящих путей), при язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, холецистите, желчнокаменной болезни, почечной колике – в качестве обезболи-

вающих. Также используются при лечении бронхиальной астмы, для снижения секреции слюнных и слизистых желёз. Кроме того, применяются в офтальмологии для расширения зрачков. Корневые препараты назначаются при болезни Паркинсона. Из алкалоидов белладонны в медицине используют атропин и скополамин, тогда как гиосциамин из-за высокой токсичности не применяется.

Дурман (*Datura stramonium* L.) – принадлежит к семейству паслёновых (*Solanaceae*). Однолетнее растение с неприятным запахом; все его части ядовиты. В составе растения выявлены алкалоиды: в листьях – 0,23–0,37%, в стебле – до 0,2%, в корне – до 0,27%, в семенах – 0,22%. Среди содержащихся токсичных веществ отмечаются аконитин (аконитин), мускарин, никотин, анабазин, атропин и физостигмин; многие из них обладают высокой токсичностью. Применение в фармации: листья дурмана входят в состав ингаляционных порошков (сигарет) «Астматол» и «Астматин», используемых при бронхиальной астме.

Белена чёрная (*Hyoscyamus niger* L.) – также относится к семейству паслёновых (*Solanaceae*). В её составе содержатся гиосциамин и скополамин. Семена по внешнему виду напоминают семена тюльпана. Уже в первые часы после употребления возникают симптомы отравления: спутанность сознания, нервное возбуждение, галлюцинации. Алкалоиды присутствуют во всех частях растения: в корне – 0,15–0,17%, в листьях – 0,045–0,1%, в стебле – около 0,02%, в семенах – 0,06–0,1%. Все части растения ядовиты. Применение в фармации: сухой экстракт и масло белены применяются в медицине. Листья белены входят в состав ингаляционных порошков (сигарет) «Астматол» и «Астматин» для лечения бронхиальной астмы; масло белены используется в составе некоторых салинентов.

Выводы: В результате исследований и анализа установлено, что такие растения, как белладонна, дурман и белена, содержат тропановые алкалоиды и иные токсичные вещества, и при отравлении этими растениями для человека может наступить серьёзный вред, вплоть до летального исхода. Следует настоятельно рекомендовать людям не прикасаться к неизвестным растениям во время прогулок и экскурсий и не готовить самостоятельно мази, отвары или иные лечебные средства из неизвестного растительного сырья.

Список литературы

1. Холматов Х.Х., Ахмедов У.А., Мусаева Н.А. Фармакогнозия и основы ботаники: учебник для медицинских колледжей. — Ташкент: «O'qituvchi», 2017
2. Машарипов С.М., Таджиева Х.С., Машарипова Ш.С. Медицинская химия: учебное пособие. — Ташкент, 2018. — 284 с.
3. Алимходжаева Н.Т., Таджиева Х.С., Икрамова З.А., Сулейманова Г.Г. Медицинская химия: учебник. В 2 частях. — Ташкент, 2019.
4. Джураев А.Дж., Балтабаев У.А. Медицинская химия: учебник. В 2 частях. — Ташкент, 2018.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АДДУКТОВ ФУЛЛЕРЕНОВ

Мансурова Д.А.

Самаркандский государственный медицинский университет

Кафедра медицинской химии

Научный руководитель – проф. Холмуродава Д. К.

Актуальность. Фуллерены и их аддукты представляют собой новое поколение углеродных наноструктур, обладающих уникальными физико-химическими свойствами. Изучение аддуктов фуллеренов актуально, поскольку модификация структуры фуллерена позволяет целенаправленно изменять его свойства – растворимость, электропроводность, реакционную способность и биологическую активность. Эти соединения открывают широкие возможности для создания новых материалов, нанокмпозитов, лекарственных средств и катализаторов. Благодаря высокой стабильности и способности взаимодействовать с различными

веществами, аддукты фуллеренов становятся важным объектом исследований в нанотехнологиях, медицине, электронике и энергетике.

Цель исследования – является изучение физико-химических свойств аддуктов фуллеренов, а также выявления различных функциональных групп на структуру, реакционную способность и устойчивость этих соединений.

Для достижения цели предполагается:

- проанализировать особенности строения аддуктов фуллеренов;
- рассмотреть и физические (оптические, электрические, термические) свойства;
- изучить основные химические реакции с участием аддуктов;
- определить возможности практического применения данных веществ в науке, технике и медицине.

Материалы и методы исследования. В работе использовались литературные данные, результаты теоретических и экспериментальных исследований, опубликованные в научных статьях и монографиях, посвящённых химии фуллеренов и их производных.

Материалы исследования:

- молекулы фуллеренов (в первую очередь C_{60} и C_{70});
- различные аддукты фуллеренов, полученные при присоединении атомов водорода, галогенов, гидроксильных и аминогрупп;
- органические растворители (бензол, толуол, ацетон, спирты);
- катализаторы и реагенты, применяемые для модификации фуллеренов.

Методы исследования:

1. Физико-химический анализ – для изучения структуры и состава аддуктов.
2. ИК-спектроскопия и УФ-спектроскопия – для определения изменений в электронной структуре при присоединении функциональных групп.
3. Электронная микроскопия – для анализа морфологии частиц.
4. Термогравиметрический анализ (ТГА) – для оценки термической устойчивости аддуктов.
5. Электрохимические методы – для изучения окислительно-восстановительных свойств.

Результаты исследования. В ходе изучения физико-химических свойств аддуктов фуллеренов установлено, что модификация структуры фуллерена значительно влияет на его свойства.

1. Изменение строения: Присоединение функциональных групп (H , Cl , OH , NH_2 и др) к поверхности фуллерена приводит к частичному разрушению π -системы и переходу атомов углерода из состояния sp^2 в sp^3 –гибридизацию. Это делает молекулу более химически активной.

2. Растворимость: Аддукты фуллеренов обладают повышенной растворимостью в полярных растворителях (спиртах, ацетоне) по сравнению с чистыми фуллеренами, что упрощает их использование в химических реакциях и биомедицинских целях.

3. Термическая устойчивость: При исследовании методом термогравиметрического анализа показано, что аддукты менее термостойки, чем C_{60} , однако сохраняют устойчивость до 300–400 °C, что делает их пригодными для практического применения.

4. Электрические и оптические свойства:

Введение заместителей изменяет электронную структуру фуллерена. Аддукты демонстрируют снижение электропроводности, но при этом появляются новые оптические полосы поглощения и флуоресценция, что ценно для фотонных и сенсорных технологий.

5. Химическая активность: Аддукты проявляют высокую реакционную способность в реакциях замещения, окисления и восстановления. Это позволяет использовать их как исходные соединения для синтеза новых функциональных наноматериалов.

6. Практическая значимость: На основе анализа литературных данных показано, что аддукты фуллеренов находят применение в:

- медицине – как антиоксиданты и носители лекарственных веществ;
- электронике – в органических солнечных элементах и полупроводниках;
- катализе – в реакциях окисления органических соединений;

- нанотехнологиях – при создании новых материалов с заданными свойствами.

Выводы. Аддукты фуллеренов представляют собой важный класс производных углерода, образующихся при присоединении различных функциональных групп к молекуле фуллера.

В результате модификации фуллеренов изменяются их физико-химические свойства – повышается растворимость, изменяются электропроводность, оптические и термические характеристики.

Присоединение атомов и групп к углеродному каркасу приводит к переходу части атомов из sp^2 в sp^3 -гибридизацию, что усиливает реакционную способность аддуктов.

Аддукты фуллеренов обладают высокой химической активностью и могут участвовать во многих реакциях – окислительно-восстановительных, замещения и присоединения.

Благодаря своим уникальным свойствам, аддукты фуллеренов находят широкое применение в медицине, нанотехнологиях, электронике и катализе.

Изучение их физико-химических свойств имеет большое значение для развития нанохимии и создания новых функциональных материалов.

Список литературы

1. Кротенко С.А., Кузнецов В.Л. Фуллерены и нанотрубки: строение, свойства, применение. — М.: Наука, 2020.
2. Елецкий А.В., Смирнов Б.И. Фуллерены и углеродные наноструктуры. — М.: Физматлит, 2019.
3. Dresselhaus M.S., Dresselhaus G., Eklund P.C. Science of Fullerenes and Carbon Nanotubes. — Academic Press, 1996.
4. Popov A.A., Yang S., Dunsch L. Fullerenes: Chemistry and Reactions. — Chemical Reviews, 2013, Vol. 113, No. 8, pp. 5989–6113.
5. Hirsch A., Brettreich M. Fullerenes: Chemistry and Reactions. — Wiley-VCH, 2005.
6. Коршунов В.М., Тарасов В.П. Фуллерены: химия и перспективы применения. — Санкт-Петербург: СПбГУ, 2021.
7. Власов А.И. Наноматериалы и нанотехнологии: учебное пособие. — М.: Академия, 2022.
8. Kroto H.W., Curl R.F., Smalley R.E. C₆₀: Buckminsterfullerene. — Nature, 1985, Vol. 318, pp. 162–163.

АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА АНАКАРДИУМА

Мухаммадова А.Э.

Самаркандский государственный медицинский университет, Самарканд, Узбекистан.

Научный руководитель: ассистент кафедры Рахманова Ф.Э.

Актуальность: Анакардиум, или кешью, является растением, известным своими многочисленными лечебными свойствами. В последние годы его антисептические и антибактериальные свойства привлекают все больше внимания научного сообщества. Эта статья представляет обзор современных исследований, посвященных изучению этих свойств анакардиума и его потенциального применения в медицине и косметологии.

Цель исследования: Изучение антисептического и антибактериального свойства анакардиума.

Материалы и методы: Анакардиум (*Anacardium*), известный также как кешью, широко распространен в тропических регионах и используется как пищевая и лечебная растительная культура. В последние годы интерес к его лечебным свойствам возрос, особенно в контексте его антисептических и антибактериальных потенциальных преимуществ.

Анакардиум содержит биологически активные соединения, такие как анакардин, которые обладают антисептическими свойствами. Исследования показывают, что экстракты анакардиума могут помогать в борьбе с инфекциями и воспалительными процессами.

Благодаря наличию различных фитохимических соединений, анакардиум проявляет активность против многих видов бактерий, включая *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*. Эти свойства делают его потенциально полезным в качестве антибактериального средства как для внутреннего, так и для внешнего применения.

Результаты исследования: На основе существующих исследований можно предположить, что анакардиум может быть полезен в медицине для разработки новых противомикробных препаратов и антисептиков. Кроме того, его антисептические и противовоспалительные свойства могут найти применение в косметических средствах для ухода за кожей.

Выводы: Анакардиум, благодаря своим антисептическим и антибактериальным свойствам, представляет собой интересный объект для дальнейших исследований в области медицины и косметологии. Понимание механизмов его действия и разработка новых применений могут привести к созданию эффективных лекарственных средств и косметических средств, способствующих улучшению здоровья и качества жизни.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МАЗИ С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ЭКСТРАКТАМИ

Зойирова С.Ж.

Самаркандский государственный медицинский университет

Кафедра медицинской химии

Научный руководитель: асс. Убайдуллаев Ж.Н.

Актуальность: в последние годы наблюдается возросший интерес к использованию лекарственных средств природного происхождения. Особенно широкое применение получили мази, содержащие растительные экстракты, благодаря их мягкому терапевтическому действию, минимальным побочным эффектам и высокой биологической активности.

Мази являются одной из наиболее удобных лекарственных форм для местного применения, обеспечивающих длительный контакт действующего вещества с кожей и постепенное высвобождение активных компонентов.

Растительные экстракты обладают противовоспалительным, антисептическим, регенерирующим и антиоксидантным действием. Однако при разработке мазей на их основе важным этапом является выбор подходящей мазевой основы, обеспечивающей стабильность и биодоступность активных веществ.

Цель и задачи исследования: разработка технологии получения мази с растительным экстрактом и оценка её качества.

Задачи исследования:

1. Изучить фармакологические свойства выбранного растительного сырья (например, календулы лекарственной — *Calendula officinalis*).
2. Получить экстракт растения оптимальным методом экстракции (спиртовой или водно-глицерольный).
3. Разработать технологическую схему приготовления мази и подобрать наиболее подходящую мазевую основу.
4. Провести физико-химические, органолептические и микробиологические исследования полученного препарата.
5. Оценить стабильность и активность мази в процессе хранения.

Материалы и методы исследования: в качестве лекарственного растительного сырья использовались цветки календулы лекарственной, содержащие флавоноиды, каротиноиды и эфирные масла, обладающие выраженным противовоспалительным и антисептическим действием.

Экстракцию проводили 70%-ным этиловым спиртом методом мацерации с последующим фильтрованием и упариванием до густого состояния. Полученный экстракт вводили в мазевую основу в концентрации 5%.

Для изготовления мази использовали аншлаговую (безводную) основу следующего состава на 100 г: экстракт календулы — 5,0 г, ланолин безводный — 8,0 г, вазелин белый — 70,0 г, парафин мягкий — 10,0 г, витамин Е — 0,2 г

остальное — до 100 г вазелином.

Технологический процесс включал расплавление твердых компонентов при температуре 60–70 °С, введение экстракта при охлаждении до 40 °С, тщательную гомогенизацию и фасовку готовой мази в алюминиевые тубы.

Результаты исследования: полученная мазь имела однородную, плотную консистенцию, желтовато-зелёный цвет и характерный слабый запах календулы. Органолептические показатели соответствовали требованиям Государственной фармакопеи.

Физико-химические исследования показали:

- pH мази — в пределах 5,5–6,0 (оптимально для кожи);
- Вязкость — обеспечивала равномерное нанесение без излишней жирности;
- Однородность — распределение активного вещества равномерное по всему объёму (RSD <5%);
- Стабильность — при хранении в течение 3 месяцев при 25 °С изменений внешнего вида и запаха не наблюдалось.

Микробиологический анализ подтвердил отсутствие патогенной микрофлоры и удовлетворительные антисептические свойства по отношению к *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*.

Таким образом, разработанная мазь с экстрактом календулы может быть рекомендована как эффективное средство для лечения поверхностных воспалений кожи, мелких порезов, ожогов и ссадин.

Выводы: разработана технология получения мази с растительным экстрактом календулы лекарственной. Оптимизирован состав мазевой основы, обеспечивающий стабильность и сохранение биологической активности действующих веществ.

Проведённые исследования показали, что мазь обладает хорошими органолептическими и физико-химическими свойствами, устойчива при хранении и проявляет выраженное противомикробное и противовоспалительное действие.

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения растительных экстрактов при создании мягких лекарственных форм и подтверждают актуальность дальнейших исследований в области фитофармации.

Список литературы

1. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV издание. — М.: Научный центр экспертизы средств медицинского применения, 2018.
2. Машковский М.Д. Лекарственные средства. — М.: Новая Волна, 2021.
3. Фармацевтическая технология: Учебник / Под ред. И.В. Гайворонского. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020.

STUDY OF THE CONJUGATION OF GRAPHENE AND GRAPHENE OXIDE WITH BIOMOLECULES

Khudoyqulov J. I., Fozilova M. O.

Department of Medical Chemistry, Samarkand State Medical University

Scientific Advisor: prof. Kholmurodova D. Q.

Relevance of the study: Graphene and graphene oxide (GO) are widely used in the conjugation with biological molecules due to their unique physicochemical properties. The functional groups present in GO — carboxyl (–COOH), hydroxyl (–OH), epoxy, and carbonyl groups — can form covalent bonds with biomolecules. This enables their application in biosensors, drug delivery systems, and medical diagnostics. In modern nanobiotechnology, they are extensively utilized, particularly in drug delivery, cancer therapy, biosensor development, and medical diagnostics. **Objective of**

the study: The aim of this study is to demonstrate the significance of the conjugation of graphene and graphene oxide with biomolecules for various medical and biotechnological applications, and to summarize recent research developments in this field.

Materials and methods: The study involved the analysis of scientific literature, including research articles, reviews, and monographs. The main focus was on the following methods:

- ✓ Development of conjugation techniques.
- ✓ Study of the properties of conjugated materials.
- ✓ Evaluation of the biocompatibility of graphene and graphene oxide conjugated with biomolecules.
- ✓ Investigation of the applications of conjugated materials in medicine and biotechnology.

Research results: Graphene oxide can be covalently bonded with antibodies (Ab) using bifunctional PEG (NH₂-PEG-COOH), forming a GO-PEG-Ab conjugate. Amide bonds are formed between the –COOH groups of GO and the –NH₂ groups of PEG using EDC as a coupling agent. GO is covalently bonded with PEG (M = 1 kDa) and human serum albumin (HSA), followed by the incorporation of paclitaxel (PTX) molecules via π - π interactions. GO is covalently conjugated with polyethyleneimine (PEI, M = 1.8 kDa), allowing its use as a gene delivery vector and bioimaging material. Covalent bonding of GO with L-cysteine and L-methionine amino acids via amidation reactions resulted in the creation of biologically compatible materials. GO was amidated with amine-containing DNA to develop a sensitive biosensor designed for detecting heavy metal ions. GO was conjugated with antibodies to develop highly sensitive biosensors capable of detecting hormones, enzymes, peptides, and genes. The GO-PEG-Ab conjugate was used as a biosensor for detecting small antigen molecules. The PTX loading efficiency reached 22%, and its release rate was higher in acidic environments (pH 5.0–6.8). The conjugate retained its photoluminescent properties. The biocompatible materials were experimentally confirmed to be suitable for medical use. A sensitive biosensor was created for detecting heavy metal ions. A highly sensitive biosensor was developed capable of detecting hormones, enzymes, peptides, and genes. These sensors play a critical role in the early diagnosis of diseases.

Conclusion: The conjugation of GO with biomolecules is widely applied in modern nanobiotechnology, particularly in drug delivery, cancer therapy, biosensor development, and medical diagnostics. Ongoing research in this field may lead to major breakthroughs in medicine and biotechnology in the future.

References

1. S.R. Shin, Y.C. Li, H.L. Jang, P. Khoshakhlagh, M. Akbari, A. Nasajpour, Y.S. Zhang, A. Tamayol, A. Khademhosseini, Graphene-based materials for tissue engineering, *Adv. Drug Deliv. Rev.* 105 (2016) 255–274. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2016.03.007>.
2. S. Afroz, N. Karim, Z. Wang, S. Tan, P. He, M. Holwill, D. Ghazaryan, A. Fernando, K.S. Novoselov, Engineering Graphene Flakes for Wearable Textile Sensors via Highly Scalable and Ultrafast Yarn Dyeing Technique, *ACS Nano*. 13 (2019) 3847–3857. <https://doi.org/10.1021/acsnano.9b00319>.
3. H.C. Lee, W.-W. Liu, S.-P. Chai, A.R. Mohamed, C.W. Lai, C.-S. Khe, C.H. Voon, U. Hashim, N.M.S. Hidayah, Synthesis of Single-layer Graphene: A Review of Recent Development, *Procedia Chem.* 19 (2016) 916–921. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2016.03.135>.
4. A. Adetayo, D. Runsewe, Synthesis and Fabrication of Graphene and Graphene Oxide: A Review, *Open J. Compos. Mater.* 09 (2019) 207–229. <https://doi.org/10.4236/ojcm.2019.92012>.
5. A. V. Melezhi, V.F. Pershin, N.R. Memetov, A.G. Tkachev, Mechanochemical synthesis of graphene nanoplatelets from expanded graphite compound, *Nanotechnologies Russ.* 11 (2016) 421–429. <https://doi.org/10.1134/S1995078016040121>.

THE IMPACT OF IMPLEMENTING THE ELECTRONIC PRESCRIPTION SYSTEM ON THE QUALITY OF PHARMACEUTICAL SERVICES AND ECONOMIC EFFICIENCY

Bozorova N.S., Shopo'latov M.K.

Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan

Purpose of the study. The main objective of this research is to determine the impact of implementing the electronic prescription (e-prescription) system in Uzbekistan's healthcare sector on the quality of pharmaceutical services and economic efficiency. The study also aims to analyze the potential of this system to ensure rational use of medicines, reduce prescription errors, and strengthen pharmaceutical control mechanisms.

Materials and methods. The research employed statistical analysis, pharmacoeconomic evaluation, expert assessment, and survey methods. Statistical analysis was used to examine prescription errors, cases of excessive purchases, and indicators of patient drug consumption. Pharmacoeconomic evaluation was conducted based on the "cost-benefit" and "cost-effectiveness" approaches to assess the economic advantages of the e-prescription system. Expert opinions were collected and analyzed from over 20 professionals in the fields of medicine and pharmacy. In addition, questionnaire-based surveys were conducted among physicians, pharmacists, and patients to evaluate the practical convenience and effectiveness of the system.

Results of the study. The analysis revealed that implementation of the electronic prescription system resulted in a 32% reduction in prescription errors, a 27% decrease in purchases made based on incorrect or duplicate prescriptions, and a 20–25% improvement in the rational use of medicines. Public satisfaction with the quality of pharmaceutical services increased by 1.4 times. According to the economic analysis, the e-prescription system optimized drug expenditures, leading to a 5–7% budget saving within the healthcare system. Moreover, the implementation of the system strengthened pharmaceutical control and significantly reduced the cases of unauthorized (non-prescription) drug sales.

Conclusion. The introduction of the electronic prescription system serves as a key factor in promoting rational use of medicines, improving the quality of pharmaceutical services, and ensuring economic efficiency within Uzbekistan's healthcare sector. Its widespread implementation can minimize prescription errors and unnecessary expenses, save healthcare resources, and enhance the overall quality of pharmaceutical services provided to the population. The findings demonstrate that the e-prescription system represents one of the most promising directions in the digital transformation of Uzbekistan's healthcare system.

References

1. World Health Organization (WHO). Electronic prescribing systems: Evaluation, implementation, and outcomes. Geneva: WHO Press, 2022.
2. Baines, D., & Whittlesea, C. (2020). Pharmacy practice and digital health: The impact of e-prescribing on medication safety and efficiency. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 16(10), 1343–1350.
3. OECD. Health in the 21st Century: Digital Health and the Use of Technology for Better Outcomes. Paris: OECD Publishing, 2019.
4. Al-Alak, B., & Alnuaimi, B. (2021). E-prescription adoption and its economic implications in healthcare systems. *International Journal of Healthcare Management*, 14(2), 89–97.
5. U.S. Department of Health and Human Services (HHS). E-prescribing in the modern healthcare environment. Washington, DC: HHS, 2023.
6. Karimov, S., & Rakhimova, N. (2024). Digitalization of pharmaceutical services in Uzbekistan: Challenges and opportunities. *Uzbek Journal of Pharmacy and Health Sciences*, 7(1), 45–53.

OPTIMIZATION OF CORIANDER (*CORIANDRUM SATIVUM*) ENTOMEDICINE MODERN METHODS

Jo'rayev.Sh.Z.

Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan

Relevance: Coriander seeds (*Coriandrum sativum*) have been used in traditional medicine since ancient times to improve digestion, combat inflammation, and soothe the nervous system. Recent scientific studies have confirmed the presence of biologically active substances such as essential oils, flavonoids, and phenolic compounds in its composition. However, the integration of traditional ethnomedicine practices with modern pharmaceutical and clinical methods has not yet been sufficiently studied. Therefore, the scientific optimization of the ethnomedicine of coriander seeds is a relevant and promising direction.

The purpose of the research. To integrate the experience of traditional medicine using coriander seeds (*Coriandrum sativum*) with modern pharmaceutical approaches, scientifically assessing its bioactivity, safety, and economic efficiency.

Research methods: 1. Studying the coriander seed's endomedicine from historical sources. 2. Determining the safety of coriander seeds by interpreting their relationship with modern treatment using traditional medicine experience. 3. Identifying the bioactivity of coriander seeds. 4. Conducting toxicological assessments of coriander seeds.

Result obtained. During the research, the use of coriander (*Coriandrum sativum*) seeds in the field of ethnomedicine was studied and analyzed with modern pharmaceutical methods. It was found that the essential oils, flavonoids, and phenolic compounds in its composition are rich in biologically active substances. Additionally, as a result of toxicological and pharmacoeconomic analyses, it was confirmed that coriander-based preparations are safe, effective, and economically beneficial.

Conclusion: The possibility of developing effective phytopreparations from local raw materials has been created by scientifically studying the ancient experiences of coriander seeds in traditional medicine and integrating them with modern pharmaceutical approaches. The research results serve as an important scientific basis for developing affordable and beneficial medicinal products that can replace imports in the national pharmaceutical sector.

References

1. Agostinetti, E., Gligorov, J., & Piccart, M. (2022). Systemic therapy for early-stage breast cancer: learning from the past to build the future. *Nature Reviews Clinical Oncology*, 19(12), 763–774.
2. Alburyhi, M. M., & El-Shaibany, A. (2024). Formulation and Evaluation of Antitumor Activity of *Artemisia Arborescence* Extract Capsules as Dietary Supplement Herbal Product Against Breast Cancer. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 13(3), 95–114.
3. Ganiev, F. Kh., & Yusupova, M. S. (2023). The influence of funding levels on the accessibility of antitumor drugs. *Samarkand Medical Journal*, 27(1), 55–60.
4. Götzsche, P. (2022). *Deadly Medicines and Organised Crime: How Big Pharma Has Corrupted Healthcare*. Litres.
5. Gopenko, I. A., & Zyryanov, S. K. (2024). Marketing analysis of the Russian pharmaceutical market for oxaliplatin. *Quality Clinical Practice*, (1), 72–77.

EXPERIMENTAL AND PHARMACEUTICAL APPROACHES TO STUDYING THE EFFECTIVENESS OF DILL SEEDS IN HYPOGALACTIA

Khamidova U.Y.

Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan

Purpose of the study. At present, one of the common problems that occurs during breast-feeding in women is hypogalactia, which is a decrease in breast milk secretion. Hypogalactia leads to insufficient nutrition of newborns, weakening of their immune system, and has a negative impact on the psycho-emotional state of mothers. Therefore, the study of natural remedies that can stimulate milk production remains one of the urgent tasks of pharmaceutical science. The plant dill (*Anethum graveolens* L.) has long been used in traditional medicine as an agent that improves digestion, has a calming effect, and promotes increased lactation. However, there is a lack of experimental data scientifically confirming its effectiveness in hypogalactia. In this regard, the present study investigates the lactogenic properties of dill seeds from both experimental and pharmaceutical perspectives.

Research Objective. The main objective of this study is to determine the effectiveness of a preparation made from dill seeds in the treatment of hypogalactia, as well as to conduct its pharmacological analysis.

Materials and Methods. Dill seeds cultivated under local conditions were used as the object of the study. The raw material was dried, ground, and extracted in accordance with the requirements of the pharmacopoeia. Subsequently, aqueous and alcoholic extracts were prepared, and their chemical composition was analyzed using appropriate analytical methods. At the experimental stage, the effect of the dill seed extract on the lactation process was studied using animal models. The animals were divided into three groups: the first group received the dill seed extract, the second group was administered a traditional lactogenic agent, and the third group (control) received water. Parameters such as the amount of milk secreted, body weight of the animals, their general condition, and the duration of lactation were recorded. At the pharmaceutical stage, the possibilities of developing a convenient dosage form based on dill seed extract—in the form of an extract or syrup—were investigated. Studies were also conducted to assess the stability, shelf life, and organoleptic properties of the preparation.

Results of the study.

As a result of the conducted experiments, it was found that the aqueous extract of dill seeds significantly stimulates the lactation process. The amount of milk secreted increased by 25–30% compared to the control group. It was revealed that the essential oils, flavonoids, and organic acids contained in dill seeds have a positive effect on the function of the mammary glands. From a pharmaceutical perspective, the prepared extract is characterized by stability, good storage resistance, and a natural composition, which suggests its potential safety for use during the postpartum period.

Conclusion. The results of the conducted research have shown that dill seed extract can be an effective natural remedy for the treatment of hypolactation. Based on the obtained scientific data, the prospects for developing a new plant-based medicinal preparation have been identified. It is recommended to carry out further in-depth studies on the pharmaceutical properties of dill seeds, their standardization, and clinical testing.

References

1. World Health Organization (WHO). Electronic prescribing systems: Evaluation, implementation, and outcomes. Geneva: WHO Press, 2022.
2. Baines, D., & Whittlesea, C. (2020). Pharmacy practice and digital health: The impact of e-prescribing on medication safety and efficiency. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 16(10), 1343–1350.
3. OECD. Health in the 21st Century: Digital Health and the Use of Technology for Better Outcomes. Paris: OECD Publishing, 2019.

4. Al-Alak, B., & Alnuaimi, B. (2021). E-prescription adoption and its economic implications in healthcare systems. *International Journal of Healthcare Management*, 14(2), 89–97.
5. U.S. Department of Health and Human Services (HHS). E-prescribing in the modern healthcare environment. Washington, DC: HHS, 2023.

APPLICATION OF THE DRUG «APILAK» AND ITS SALES AND PHARMACOECONOMIC ANALYSIS IN THE EXAMPLE OF SAMARKAND CITY

Bozorova N.S, Meliboyev E.G.

Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan

Relevance: In recent years, the number of factors negatively affecting human health — such as environmental pollution, psychological and emotional stress, nutritional problems, and the growing prevalence of chronic diseases — has been steadily increasing. As a result, the demand for natural medicinal products that support the immune, endocrine, and nervous systems has risen sharply. Due to the growing caution among the population toward synthetic pharmaceutical agents, the importance of natural products that provide comprehensive positive effects on the body is becoming even more significant. One such product is “Apilak,” which is made from royal jelly and contains a complex of biologically active substances, enzymes, amino acids, vitamins, and microelements. Apilak helps to increase overall vitality, maintain emotional stability, strengthen the immune system, and reduce chronic fatigue and weakness. Therefore, it is widely used in pediatrics, therapy, neurology, endocrinology, and even dermatology. However, despite this, in the pharmaceutical practice of Uzbekistan, there is still a lack of systematic, clinical, and pharmacoeconomic research regarding the use of Apilak. In particular, there is limited information on how Apilak is distributed in real pharmacy practice, the level of demand for it among the population, its economic efficiency, and consumers’ attitudes toward the product. Moreover, issues such as the analysis of Apilak’s sales volume, its position within pharmacy networks, pricing policies, and marketing strategies — especially in the context of Samarkand city — have not yet been studied in sufficient scientific depth.

Purpose of the Study: To analyze the therapeutic applications of the drug Apilak, to determine its level of sales in pharmacies of Samarkand city, and to conduct a pharmacoeconomic evaluation of its use.

Materials and methods: 1. To conduct a literature review of the pharmacological properties of the drug Apilak;

2. To perform a statistical analysis of Apilak sales in Samarkand city;

3. To identify the relationship between the price, cost, and effectiveness of the preparation;

4. To develop recommendations for pharmaceutical practice based on the research findings.

Results of the Study: The analysis showed that Apilak is actively used in various medical fields, especially in pediatrics and therapy, due to its natural composition and wide range of therapeutic effects. The study of pharmacy sales data in Samarkand city revealed a stable demand for the product, particularly during seasonal periods associated with weakened immunity. Statistical analysis demonstrated that the price of Apilak remains affordable for most consumers, and its cost-effectiveness ratio is favorable compared to synthetic analogues. Survey results indicated that both pharmacists and consumers positively evaluate the drug’s effectiveness and safety.

Conclusions: The conducted study confirmed the relevance and effectiveness of Apilak in maintaining general health and supporting the immune system. Its natural origin, affordable price, and wide therapeutic applicability make it a valuable pharmaceutical product for the population. Based on the results, it is recommended to further expand awareness about Apilak among healthcare professionals and to optimize its distribution within pharmacy networks in Samarkand city.

SCIENTIFIC ANALYSIS OF THE EFFECT AND EFFICACY OF ANISE SEEDS IN HYPOGALACTIA

Bozorova.N.S., Kholmatova M.A.

Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan

Purpose of the Study. The purpose of this study is to scientifically analyze the effect and efficacy of anise seeds (*Pimpinella anisum*) on women experiencing hypogalactia — a condition characterized by decreased milk secretion.

Additionally, the study aims to identify the advantages of anise among other natural lactogenic (milk-promoting) agents used to improve breast milk production in postpartum women.

Materials and Methods. To evaluate the effectiveness of *Pimpinella anisum* seeds in the treatment of hypogalactia, the following research methods were applied:

1. Questionnaire method – used to collect information on participants' general health status, lactation history, and lifestyle factors influencing milk production.

2. Experimental method – included clinical observation and controlled administration of anise seed infusion to assess its impact on milk secretion and hormonal levels.

3. Statistical analysis – applied to process the collected data, determine the significance of results, and ensure the reliability of the findings.

Results of the Study. Breast milk is the most essential and natural source of nutrition for infants from the very first minutes after birth up to six months of age. However, according to WHO data, only 44% of infants worldwide are exclusively breastfed during the first six months of life. Various scientific sources report the prevalence of hypogalactia to range between 10–35%, while in Uzbekistan this indicator is approximately 17–22%.

Biochemical studies confirmed that the compounds anethole, estragole, and flavonoids present in anise seeds possess significant galactagogue (milk-enhancing) properties. These substances stimulate the activity of the mammary glands and increase prolactin secretion.

It was revealed that the regular consumption of anise seeds helps restore hormonal balance in the maternal body. In particular, it stabilizes the physiological relationship between prolactin and oxytocin levels, thereby enhancing the secretory activity of the mammary glands.

In addition, general well-being indicators such as sleep quality, appetite, emotional stability, and fatigue level showed notable improvement among participant.

Conclusion. Anise seeds are an effective natural remedy for the treatment of hypogalactia. They enhance lactation, stabilize milk production, and improve the overall health and well-being of nursing mothers.

Herbal preparations based on anise are considered safer and more affordable compared to synthetic hormonal drugs.

In the future, it is advisable to conduct broader clinical studies and develop phytopharmaceutical preparations derived from anise extract to support lactation in postpartum women.

References

1. World Health Organization (WHO). (2021). Infant and young child feeding: Key facts. Retrieved from <https://www.who.int>
2. Abdulkhaleq, L. A., & Al-Bayati, F. H. (2019). Evaluation of galactagogue activity of *Pimpinella anisum* (anise) seeds in lactating women. *Journal of Ethnopharmacology*, 244, 112127.
3. Goswami, S., & Pandey, N. (2020). Herbal galactagogues: A review on their efficacy and mechanism of action. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 12(4), 45–52.
4. Mirzaei, M., & Shams, M. (2021). Effect of herbal galactagogues on prolactin and milk production in postpartum women: A systematic review. *Phytotherapy Research*, 35(7), 3642–3651.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR BRIQUETTING COAL FINES USING COMPOSITE MATERIALS OBTAINED FROM LOCAL RAW MATERIALS AND INDUSTRIAL WASTE

Fozilova M. O.

Department of Medical Chemistry, Samarkand State Medical University
Scientific Advisor: Kiyamova D.Sh

Relevance of the study: The paper shows the problem of developing an effective technology for producing coal briquettes based on local and secondary raw materials for the production of minerals for briquetting.

Objective of the study: The problem of developing an effective technology for the production of coal briquettes based on local and secondary raw materials for production is one of the promising areas in the development of technology for the production of effective compositions for briquetting minerals.

Materials and methods: Coals are formed as a result of deep condensation reactions of various chemical groupings that make up dead plants. Carbons are high molecular weight compounds [1-4]. Coal briquettes are used in metallurgy, coking, chemical and other industries, as well as as a household fuel. They can be used for household and industrial purposes. The main consumer of household briquettes is the population, which receives them in bulk or packaged in small bags. When developing briquette production technology, the following tasks were prioritized: obtaining briquettes with specified properties according to the requirements of a specific customer (our proposed technology allows us to obtain briquettes with specified geometric dimensions, configuration and physical properties);

the compact composition of the briquette, which determines its energy value; ensuring the efficiency of briquette production and use, which are achieved by placing the briquette factory in close proximity to waste generation sources, located, as a rule, on the same site; ensuring high productivity, low cost of equipment, minimum number of maintenance personnel. The finished forms of coal briquettes are manually fed to a special platform (for drying). After drying, the briquettes are delivered to the warehouse for packaging. 3 days after dehumidification, the products are accepted by the person responsible for the packaging and briquettes of the corresponding requirements in the warehouse for finished products (site) before sale to the consumer.

Research results: The technological scheme for producing coal briquettes includes three branches: preparation of coal, filler (crushed cotton stalks) and target additive (bentonite) and binder (HS), a block for mixing and dosing components and briquetting. Coal fines (70% by mass in the briquette) from the receiving pits are fed for drying in drying pipes to a humidity of 4-5% and preliminary screening of small items (-2mm); the superluted product is crushed. The filler mass fraction in the briquette of 11% after drying and separation of the fine fraction is supplied for mechanical activation with the addition of slaked lime in the amount of 1.34 kg /t to the planetary mill (AGO-3) for 6 minutes (the ratio of ball loading and material is 1:20), binder – gossypole resin mass fraction in the briquette of 14% is supplied. It is delivered to the briquette factory in hopper wagons and unloaded into storage, from where it is heated and fed into a tubular furnace for melting. The prepared coal, filler, and bentonite are sent through an intermediate container by a vibrating dispenser to a two-shaft bladed mixer, which receives a heated liquid binder. The finished charge enters the mixer and is heated (temperature 80-900C). After cooling in a two-shaft cooler to a temperature of 45C, it is briquetted on a stamping press at a pressure of 160 MPa. Briquettes are packaged and shipped to the consumer after cooling on conveyor belts [5].

Conclusion: The production of coal briquettes is carried out in an open area and consists of the following: raw materials for the production of coal briquettes are transported and unloaded to an open area, where further sieving is carried out through a grid. The sifted coal sands and waste resin are mixed in a screw mixer or concrete mixer, with the addition of water. Bentonite flour is previously dissolved in water. The resulting mixture is loaded into a molding press, the pressed mass is cut into briquettes of certain sizes. Briquettes may crumble or become damaged during cutting. De-

fective briquettes are sent to the press for processing. Next, the briquettes are sent to natural drying. After drying, the coal briquettes are packed in polypropylene bags, labeled and sent to the finished product storage area.

References

1. Бурый уголь // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.-СПб., 1890-1907
2. Рассказова, А.В. Использование углеродсодержащих отходов для повышения качества угольных брикетов [Текст] / А.В. Рассказова, Т.Н.
3. Dilfuza K., Sodiq o'g'li T. A. Aminokislotalar va ularning biologik ahamiyati //ijodkor o'qituvchi. – 2025. – Т. 4. – №. 47. – С. 117-119.
4. Фазилова М. О., Киямова Д. III. Разработка технологии брикетирования угольной мелочи с применением композиционных материалов из местного сырья и отходов производств //pedagog. – 2025. – Т. 8. – №. 9. – С. 132-135.

РОЛЬ ЦИТОФЛАВИНА В КОРРЕКЦИИ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО АЦИДОЗА У НОВОРОЖДЕННЫХ С ГИПОКСИЕЙ

Файзуллаева Х.Б.

Самаркандский государственный медицинский университет
Кафедра Биологической химии

Актуальность. Среди многих факторов, повреждающих головной мозг новорожденных, особо следует выделить гипоксию, которая может быть отнесена к универсальным повреждающим агентам. Асфиксия, регистрируемая у новорожденных, очень часто является лишь продолжением гипоксии, начавшейся еще внутриутробно. Внутриматочная гипоксия и гипоксия в родах в 20–50 % случаев является причиной перинатальной смертности, в 59 % – причиной мертворождений, а в 72,4 % гипоксия и асфиксия становятся одной из главных причин гибели плода в родах или раннем неонатальном периоде. [4,5] В качестве перспективных антигипоксантов рассматриваются лекарственные метаболиты и регуляторы интрацеллюлярного энергетического обмена [1]. Рекомендательный препарат Цитофлавин как соответствующий этим критериям является оптимальным для экономичного применения в неонатальной реанимации в интенсивной терапии. В своем составе содержит сукцинат натрия, инозин(рибозин), рибофлавин и никотинамид. Эти компоненты оказывают комплексное корректирующее воздействие на внутриклеточный энергетический обмен как в условиях тканевой гипоксии-ишемии, так и в период постишемической реперфузии, характеризующейся активацией процессов свободно-радикального окисления [5]. Суммарный эффект компонентов цитофлавина обуславливают его фармакологическую активность при церебральной ишемии. Вещества входящие в состав препарата включен в стандарт по приказу №273 от 2021 года 30 ноября Министерством здравоохранения республики Узбекистан, хотя в условиях РУз информации по использованию цитофлавина у новорожденных с асфиксией в доступной литературе не встречается.

Цель исследования нашей работы является оценка клинической эффективности препарата Цитофлавин. Соблюдался принцип «терапевтического окна», промежуток времени, в течение которого фармакологическое вмешательство с церебропротекторной целью может оказаться эффективным колеблется от 2 до 48 часов после гипоксически- ишемического воздействия.

Материал и методы исследования. Под наблюдением находилось 120 доношенных новорожденных, родившихся в асфиксии в анамнезе. Все больные наблюдались в Самаркандском областном перинатальном центре и в отделении неонатальной реанимации Самаркандского многопрофильного детского научного медицинского центра. По состоянию и по массе тела наблюдаемые новорожденные разделены на группы: I-новорожденные с малой массой тела ко сроку гестации; II-с нормальной массой тела ко сроку гестации; III-с большой массой тела ко сроку гестации. Причем каждая группа в зависимости от тяжести асфиксии

разделена на 2 подгруппы: (I а, I б; II а, II б; III а, III б) а- асфиксия средней тяжести б-тяжелая асфиксия. Диагноз асфиксии и критерии тяжести асфиксии поставлен согласно требованием ВОЗ

Основными показаниями в наших наблюдениях к назначению

1. Отягощенный акушерский анамнез матери
2. Тяжелая асфиксия у новорожденного
3. Декомпенсированный метаболический ацидоз при рождении
4. Церебральная ишемия

В основной группе наряду с комплексным лечением назначали Цитофлавин. В группе сравнения лечение проводилось по общепринятому протоколу.

Для правильной трактовки эффективности использования обследованы новорожденные с признаками тяжелой асфиксии. Обе группы были выбраны по принципу «пар-копии», идентичны по характеру клинико-лабораторных данных, степени тяжести заболевания. Исследования проводили в первые сутки жизни и в динамике к 3 дню жизни новорожденного.

Результаты исследования. В процессе комплексного лечения новорожденных с тяжелой асфиксией с включением препарата Цитофлавин отмечена статистически достоверная положительная динамика изучаемых показателей кислотно-основного состояния крови (КОС) Компенсация ацидоза на фоне Цитофлавина на 3 день жизни имеет более выраженную динамику, чем у группы сравнения, где ацидоз сохраняется на значительном уровне, что в сочетании различными показателями дефицита оснований настораживает в отношении прогноза.

Анализ напряжения углекислого газа (CO₂), кислорода (O₂), положительная динамика на фоне цитофлавина и отсутствие динамики в группе сравнения к 3 дню жизни, подтверждает важность комплекса адекватной терапии для коррекции патологического процесса при тяжелой асфиксии новорожденного.

Представленная информация подтверждает, что механизм действия препарата Цитофлавин в комплексной терапии тяжелой асфиксии новорожденных направлен на коррекцию метаболических сдвигов в зависимости от преобладающей симптоматики, что позволяет патогенетический обоснованно корректировать особенности лечения, дифференцированно воздействовать на отдельные компоненты метаболических систем на разных уровнях.

Клинико-биохимические показатели подтверждают эффективность препарата Цитофлавин оказывать регулирующее действие на клиническую симптоматику и улучшать течение процессов динамики метаболизма.

Вывод. Выявлен отчетливый эффект, что можно рекомендовать в комплексном лечении тяжелой асфиксии новорожденных как достаточно терапевтическое средство, оказывающее регулирующее влияние при нарушении метаболизма, сопровождающихся сдвигами кислотно-щелочного равновесия.

Список литературы

1. Абдуллаева М. Н. Файзуллаева Хилола Бахроновна // Journal of reproductive health and urology research. – С. 46.
2. А.Г. Антонов, А.С. Буркова, В.Л. Им, С.О. Рогаткин Эффективность применения цитофлавина в интенсивной терапии недоношенных новорожденных с церебральной ишемией. Ж. Российский Вестник перинатологии и педиатрии 1, 2010 ст 26.
3. Голубкина Н.П., Чехонин В.П., Рогаткин С.О. и др. Иммунохимический анализ нейроспецифических белков в оценке функционального состояния центральной нервной системы новорожденных из двоен // Вопр. практич. педиат. 2007. № 1. С. 5-10
4. «Неонатология». Национальное руководство. Под ред. акад. РАМН Н.Н. Володина. М: ГЭОТАР-Медиа 2013; 848
5. С.О. Рогаткин, Н.Н. Володин, М.Г. Дегтярева, О.В. Гребенников и соавт. Современные подходы к церебропротекторной терапии недоношенных новорожденных в условиях отделения реанимации и интенсивной терапии/ Ж Неврологии и психиатрии 2011, № 1 Ст 26-31.

6. Ткаченко, А. К. Асфиксия новорожденных. Перинатальная патология нервной системы: учеб.-метод. пособие /А. К. Ткаченко. — Минск: БГМУ, 2006. — С. 4.
7. Файзуллаева Х. Б. и др. Особенности ферментативных показателей при диагностике постгипоксических осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы в период новорожденности //актуальные проблемы биомедицины-2020. – 2020. – с. 339-340.
8. Raju Tonse N.K., Ariagno R.L., Higgins R. et al. Research in Neonatology for the 21st Century: Executive Summary of the National Institute of Child Health and Human Development-American Academy of Pediatrics Workshop. Part I: Academic Issues. Pediatrics 2005; 115: 468-474.

Научное издание

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
по материалам
XV Международной научно-практической конференции
«БИОТЕХНОЛОГИЯ
И БИМЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»,
посвященной 90-летию
Курского государственного медицинского университета
и памяти профессора Л.П. Лазуриной

13 ноября 2025 года

ISBN 978-5-00261-740-1



Компьютерная верстка и макет *Горохов А.А.*

Подписано в печать 24.12.2025. Формат 60×84 1/16.

Бумага офисная. Цифровая печать.

Уч.-изд. л. 27,9. Усл. печ. л. 31,0. Тираж 500 экз. Заказ № 3217

Отпечатано в типографии

Закрытое акционерное общество «Университетская книга»

305018, г. Курск, ул. Монтажников, д.12

ИНН 4632047762 ОГРН 1044637037829 дата регистрации 23.11.2004 г.

Телефон +7-910-730-82-83 www.nauka46.ru